

UNIVERSIDADE FEEVALE

ARTHUR LISBÔA DE BRAGA

A SIMULAÇÃO NO ENSINO DE TEORIA DE FILAS: UMA
PROPOSTA DE ABORDAGEM PRÁTICA EM CONTEXTO
GAMIFICADO

Novo Hamburgo
2016

ARTHUR LISBÔA DE BRAGA

A SIMULAÇÃO NO ENSINO DE TEORIA DE FILAS: UMA
PROPOSTA DE ABORDAGEM PRÁTICA EM CONTEXTO
GAMIFICADO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
à obtenção do grau de Bacharel em
Ciência da Computação pela
Universidade Feevale

Orientador: Adriana Neves dos Reis

Novo Hamburgo
2016

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desse trabalho de conclusão, em especial:

Aos meus pais, que me apoiaram e incentivaram desde o início do curso;

Ao meu orientador, Adriana Neves dos Reis, que contribuiu com seus conhecimentos e auxiliou na tomada de decisões dos principais pontos do trabalho;

Aos demais professores e colegas da Feevale, pelos ensinamentos e colaboração durante todo o curso.

RESUMO

Atualmente vivemos em um mundo imerso na tecnologia e a encontramos desde áreas essencialmente técnicas até nichos mais específicos, nos quais a tecnologia não se apresenta como um objeto indispensável. Exemplo disso é a educação, que ainda hoje sobrevive utilizando-se, na sua maioria, de abordagens puramente expositivas. Em vista disso, este trabalho tem como objetivo a apresentação de uma alternativa ao ensino convencional de aspectos de teoria de filas, parte importante da disciplina de avaliação de desempenho de sistemas em cursos de graduação na área de computação. Com o objetivo de facilitar o aprendizado e elevar o interesse dos alunos em prol da disciplina, foi desenvolvido um simulador capaz de demonstrar fundamentos de gerenciamento de recursos e teoria de filas. Para isso também foram explorados princípios de gamificação em seu desenvolvimento, a fim de trazer um aspecto motivacional para os alunos durante uma abordagem prática proposta em aula. A partir disso, um questionário foi aplicado aos alunos de avaliação de desempenho de sistemas após seu uso da ferramenta. Os resultados obtidos através das respostas do questionário foram favoráveis em relação à abordagem proposta, a fim de analisar elementos de teoria de filas explorados previamente, assim como à utilização da ferramenta desenvolvida para ser utilizada nas atividades práticas. Também foram obtidos altos níveis de motivação e interesse na utilização da abordagem prática. Entretanto, não é possível afirmar com segurança que a abordagem proposta aumenta o desempenho dos alunos e a retenção do conteúdo, uma vez que para tal afirmação, mais testes deveriam ser feitos em conjunto com os usuários participantes da abordagem prática.

Palavras-chave: Simulação. Avaliação de desempenho de sistemas. Aprendizagem ativa. Teoria de filas. Gamificação.

ABSTRACT

Nowadays we live in a world immersed in technology and it can be found from technical areas to more specific niches, which in the past technology was not a requirement. An example is education, which survives using, in the great majority, purely expository lectures. With this in mind, this paper has the objective of presenting an alternative to the conventional way of teaching elements of queue theory, important part of a subject called evaluation of system's performance, present in graduation courses in the computing area. Having the objective of ease the learning and rise interest of students on the subject, a simulator was developed able to present fundamentals of resource management and queue theory. For this to happen, gamification principles were also explored, in order to bring a motivational aspects to students during a proposed practical approach during class. Then, a questionnaire was sent to the students of evaluation of system's performance subject, after the usage of the developed tool. The obtained results from the answers were positive and favorable regarding the proposed approach, in order to analyze queue theory elements explored before, as well as the usage of the tool developed to be used during the practical activities. Also, high levels of motivation and interest in using the proposed approach were achieved. However, it is not possible to claim with certainty that the proposed approach increases student performance, as well as the subject retention rates as such affirmation would require further testing with the participant students.

Keywords: Simulation, Evaluation of System's Performance, Active learning, Queue Theory, Gamification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama da Teoria do Conhecimento	16
Figura 2 – Densidade de alunos que falham em suas aulas	20
Figura 3 – Pilares Fundamentais da Solução	24
Figura 4 – Pilares Fundamentais da Solução	27
Figura 5 – Modelo ER do banco de dados	28
Figura 6 – Menu principal da aplicação cliente	29
Figura 7 – Área de entrada do nome do grupo	30
Figura 8 – Recursos existentes no cenário atual	30
Figura 9 – Características de recurso do sistema	31
Figura 10 – Características de recurso do sistema	32
Figura 11 – Primeira etapa: Dimensionamento de Cenário	33
Figura 12 – Segunda etapa: Parâmetros de Servidor	33
Figura 13 – Terceira etapa: Parâmetros de Fila	35
Figura 14 – Etapa quatro: Simulação de Cenário	36
Figura 15 – Etapa cinco: Resultados da Simulação	36
Figura 16 – Menu principal da aplicação do professor	38
Figura 17 – Carregamento do cenário base	38
Figura 18 – Seção de perguntas sobre o ensino atual	40
Figura 19 – Representação das respostas da primeira questão geral	40
Figura 20 – Questões referentes à ferramenta	42
Figura 21 – Número de participantes x Grau de satisfação	43
Figura 22 – Número de participantes x Grau de interesse	43
Figura 23 – Número de participantes x Nível de usabilidade do sistema	44
Figura 24 – Número de participantes x Percepção sobre a interface gráfica do sistema	45
Figura 25 – Número de participantes x Valor percebido	45
Figura 26 – Questões referentes à melhorias na ferramenta e no modelo proposto	46
Figura 27 – Número de participantes x Disposição para utilizar a abordagem novamente	46
Figura 28 – Abordagem prática agrega no ensino convencional	47
Figura 29 – Nível de motivação para chegar no objetivo proposto	48
Figura 30 – O cenário competitivo agregou para a abordagem prática?	48

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Exemplo de simuladores em diversas áreas do ensino.	21
--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADS	Avaliação de Desempenho de Sistemas
ABED	Associação Brasileira de Ensino à Distância
EAD	Educação à Distância
ER	Entidade-Relacionamento
FIFO	<i>First In First Out</i>
HTML5	<i>Hypertext Markup Language v5</i>
LCFS	<i>Last Come First Served</i>
PISA	<i>International Student Assessment</i>
ToK	<i>Theory of Knowledge</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MODELO CONVENCIONAL DE ENSINO.....	155
2.1 PROBLEMAS DO MODELO TRADICIONAL DE ENSINO	15
2.2 PROBLEMAS NO ENSINO DE TEORIA DE FILAS	17
3 ALTERNATIVAS AO MODELO TRADICIONAL DE ENSINO.....	19
3.1 MODELO DE APRENDIZAGEM ATIVA.....	19
3.2 SIMULAÇÃO.....	20
4 MODELO DE ENSINO PROPOSTO.....	234
5 SISTEMA PROPOSTO.....	26
5.1 ARQUITETURA DO SISTEMA	26
5.2 FUNÇÕES DO ALUNO	29
5.3 FUNÇÕES DO PROFESSOR	37
6 AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA	39
6.1 QUESTÕES REFERENTES AO MODELO ATUAL DE ENSINO E PROPOSTA APLICADA	39
6.2 QUESTÕES REFERENTES À ABORDAGEM E FERRAMENTA DESENVOLVIDA.....	41
7 CONCLUSÃO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
REFERÊNCIAS.....	54
ANEXO I.....	56
ANEXO II	59

1 INTRODUÇÃO

Conforme Law e Kelton (2000), a simulação consiste em imitar operações de vários tipos de processos ou instalações da vida real e é, geralmente, usado para antever como alguma operação irá se comportar em um ambiente real. Tendo a simulação como parte central do projeto, este visa a criação de um ambiente com capacidades exploratórias para alunos poderem identificar, na prática, como dinâmicas de fila e gerenciamento de recursos ocorrem. Tais conceitos são abordados detalhadamente na disciplina de Avaliação de Desempenho de Sistemas (ADS).

Em ADS, vários assuntos ligados à probabilidade e estatística são estudados a fundo, dentre eles, as filas. Estas se apresentam como um problema presente em todas as culturas, existindo independentemente da área em foco. Supermercados, centros telefônicos, restaurantes e bancos são apenas alguns locais onde as filas ocorrem e isto porque em todos estes locais existe uma regra que é obedecida.

Esta regra é definida por Gross, et al. (2008) quando descrevem um sistema de fila como sendo um sistema onde pessoas chegam a fim de utilizarem um serviço. Após certo tempo de espera, a pessoa é atendida e logo após deixa o sistema.

Porém, ao contrário de sua definição, seu estudo pode ser demasiado complexo, deparando-se, até mesmo, com modelos matemáticos para seu aprendizado. Através de um levantamento publicado em 2006 pelo Programa Estudantil Internacional (da sigla no inglês, PISA), estudantes de vários países, independentes de sua cultura, possuem dificuldades na compreensão de atividades envolvendo modelos matemáticos. (OECD *apud* BLUM, W., FERRI, R., 2009)

A pesquisa foi aplicada a alunos de 15 anos de diversos países testes em áreas de estudo da matemática a fim de avaliar seu desempenho. Dentre estas áreas, a pesquisa buscou entender como os alunos entendiam conceitos relacionados à probabilidade e estatística. Nesta área, os alunos deveriam responder perguntas referentes à modelagem de gráficos e relacionar informações dispostas em gráficos e tabelas.

Ao analisar os resultados, apenas 4% dos estudantes participantes conseguiram atingir um nível de entendimento capaz de abranger atividades altamente complexas. Dentre estas encontram-se as atividades referentes à conceitos de probabilidade e estatística.

Tendo isso em mente, muitas instituições hoje em dia têm incorporado às salas de aula elementos auxiliares a fim de ajudarem, tanto no ensino quanto na aprendizagem de conteúdos que envolvem pensamentos analíticos e que requerem uma melhor interpretação de modelos gráficos e matemáticos. Dentre tantas ferramentas utilizadas em conjunto com a didática convencional de ensino, existe a simulação.

Segundo Bez (2013), em um cunho educacional, a simulação normalmente é utilizada como suporte, a fim de auxiliar a exposição do conteúdo de uma forma mais prática ao aluno. Isso possibilita que aulas anteriormente puramente expositivas possam ganhar o dinamismo que técnicas de simulação podem oferecer.

Estudos relacionando simulação e ensino tiveram início com a obra de Thorndike a respeito dos princípios do ensino e aprendizagem. Como dito por ele, “A recordação ativa de um fato por dentro é, por via de regra, melhor do que sua impressão vista por fora” (THORNDIKE, 1906, p.123). Hoje esta ideia vem se solidificando com estudos recentes feitos por Dunlosky, et al. (2013) e Carpenter (2013).

Segundo Dunlosky, et al. (2013), psicólogos têm desenvolvido e avaliado, pelos últimos 100 anos, a eficácia de novas técnicas de estudo e instrução a serem usadas para vários fins, incluindo a melhora do desempenho do aluno quanto à retenção do conteúdo estudado. No estudo de Dunlosky, et al. (2013), são apresentadas 10 técnicas que são indicadas pela literatura como possíveis métodos para melhorar o sucesso do estudante em um amplo leque de condições, ou técnicas reportadas por estudantes como sendo as mais frequentemente utilizadas.

Dentre estas, está o teste prático como sendo um recurso utilizado por várias instituições. Como relatado por Carpenter (2013), é um dos métodos que, além de ser aplicado facilmente e não ser necessário o desprendimento de um esforço excessivo para utilizá-lo, aumenta consideravelmente a taxa de retenção da informação pelos alunos.

A partir destes estudos, buscou-se a criação de uma abordagem prática, utilizando simulação, voltada ao estudo de teoria de filas que faz parte da disciplina de ADS do curso de ciências da computação da universidade Feevale.

Durante o estudo de teoria de filas, assuntos como utilização de serviço, disciplina de fila, dentre outros são vistos e explorados pelos alunos utilizando aulas expositivas que dependem da didática do professor para serem claras e compreendidas pelos estudantes.

Através de um simulador, a exposição dos conteúdos pode ser enriquecida com a possibilidade de explorar os aspectos relacionados à filas estudados e, através de um sistema desenvolvido, facilitar simulações com diferentes parâmetros de fila.

Por fim, além da experiência prática utilizando a simulação, foi considerada a inserção de elementos de gamificação, a fim de aumentar o engajamento do usuário ao sistema. Segundo Osheim (2013), a gamificação é a estratégia de aplicar mecânicas de jogos, assim como suas técnicas e teorias em áreas que não são tradicionalmente baseadas em jogos. Diversas são as técnicas utilizadas, porém uma se destaca como sendo imprescindível para um ambiente gamificado. Esta é a criação de buscas.

Como descrito por Osheim (2013), buscas são como objetivos, porém contém um valor intrínseco, que é o da realização. Enquanto uma tarefa é apenas feita, uma busca não apenas consiste na tarefa em si, mas no caminho percorrido a fim de alcançar o objetivo. Uma vez que esse conceito de busca é inserido no contexto aplicado, o caminho até o objetivo torna-se parte fundamental do sucesso, devolvendo ao estudante o poder do aprendizado.

Assim, a solução proposta por este trabalho visa melhorar a forma como o ensino de teoria de filas é atualmente executado. Para tanto, a solução desenvolvida foi construída a fim de aumentar os níveis de motivação e engajamento dos alunos em atividades relacionadas ao estudo de teoria de filas. A fim de validar a motivação e o engajamento dos participantes da abordagem prática, foi aplicado um questionário após o experimento prático, em conjunto com os alunos da turma de ADS, com perguntas que focam na obtenção de tais informações.

Ainda que há estudos referentes ao aumento da retenção dos conteúdos estudados através da utilização de simuladores que suportam o referencial teórico deste trabalho, a validação dos níveis de retenção dos alunos participantes da abordagem prática não é parte do escopo deste projeto.

No capítulo seguinte, são discutidas características do modelo convencional de ensino e quais podem ser os aspectos problemáticos no ensino expositivo e especificamente relacionados ao ensino de teoria de filas.

No capítulo 3, é exposto o modelo alternativo de ensino, onde o modelo de aprendizagem ativa será apresentado, assim como características que podem ser benéficas na aplicação de uma abordagem ativa dos conceitos explorados em aula.

Já no capítulo 4 a ideia proposta é detalhada, levando em consideração os problemas detectados e discutidos nos capítulos 2 e 3. No capítulo 5 o sistema e sua arquitetura são apresentados. Tal sistema foi desenvolvido baseado na solução proposta no capítulo 4.

Unindo os conceitos de teoria de filas expostos pelo professor, uma ferramenta auxiliar desenvolvida para permitir a exploração de cenários através de simulações e tendo objetivos claros definidos, foi possível a organização de uma abordagem prática juntamente aos alunos de ADS. Ao longo do capítulo 6 são analisadas as respostas e sugestões dadas pelos alunos a respeito desta abordagem. Por fim as conclusões deste projeto e seus resultados são discutidos.

2 MODELO CONVENCIONAL DE ENSINO

Segundo Cottel e Millis (1993), o ensino tradicional, também chamado de convencional, se vale de estratégias centradas no professor e inclui o uso de apresentações e discussões, enquanto a solução do problema exposto é apresentado/discutido pelo instrutor. Dessa forma, o conteúdo é primeiramente entendido e estudado pelo professor, este cria uma didática a fim de transmitir tais conhecimentos para seus alunos e o faz de forma expositiva.

Tradicionalmente, as aulas consistem em professores expondo certo conteúdo de forma verbal aos estudantes e, por sua vez, estudantes recebendo e retendo passivamente tais informações. (BOYER, 1990; MICHEL; CARTER III; VARELA, 2009; STEWART-WINGFIELD; BLACK, 2005). Este sistema educacional descrito ocorre desde disciplinas ministradas em escolas de nível médio a cursos em universidades.

No entanto, este cenário segundo vários estudos recentes (BONWELL; EISON, 1991; MICHEL, et al., 2009) concluem que tal método de ensino pode não ser o mais eficaz para alunos aprenderem o conteúdo. Isso ocorre devido à falta de cooperação entre os alunos a fim de buscarem juntos a resolução de problemas encontrados.

Esse problema é descrito na seção seguinte, onde são apresentados problemas que o modelo tradicional de ensino enfrenta em relação ao aprendizado dos alunos. Já na seção 2.1 são detalhados os problemas específicos que podem ser identificados no estudo dos conceitos de teoria de filas, apresentados na disciplina de ADS.

2.1 PROBLEMAS DO MODELO TRADICIONAL DE ENSINO

Durante os anos 60, de acordo com Ruben (1999), pensava-se que o processo de aprendizagem consistia tipicamente de um educador com domínio no assunto, que construía o conhecimento e transmitia informações sobre certo assunto a alunos através de tecnologias instrucionais da época – livros, artigos e exposições.

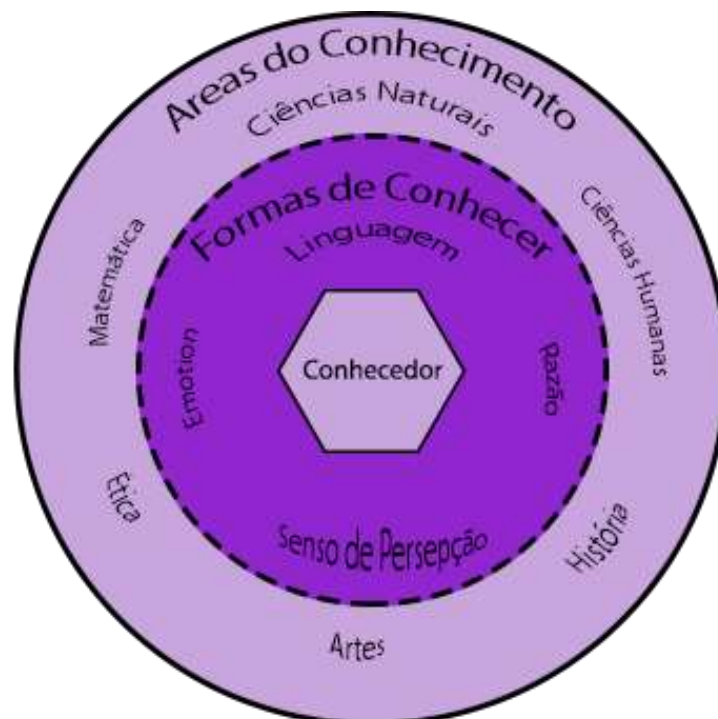
Tanto era a aceitação e a prevalência desses métodos de transmissão que se chegou a pensar em um paradigma. “*Quanto mais o isomorfismo entre mensagem enviada e mensagem recebida, melhor a comunicação, mais completo o aprendizado, melhor a educação*” (RUBEN, 1999, TRADUÇÃO NOSSA).

Entretanto, esta forma de pensamento tem certos problemas. Em seu estudo de 1995, Ruben não acredita que para haver o aprendizado, necessariamente deva se ter um

ensinamento. Segundo ele, nós aprendemos dentro e fora de salas de aula. Lendo livros, assistindo palestras, mas também em um diálogo com estranhos ou observando as ondas na orla de uma praia.

A seguir na **Figura 1**, é apresentado o diagrama da Teoria do Conhecimento (da sigla em inglês, ToK), criado pela *International Baccalaureate Organization* – instituição internacional especializada em fundamentos educacionais.

Figura 1 – Diagrama da Teoria do Conhecimento



Fonte: *International Baccalaureate Organization* (Traduzido pelo autor)

De acordo com a *International Baccalaureate Organization* (2015), o estudante das diferentes áreas de conhecimento deve explorar várias formas de aprendizado. Ao todo, a ToK identifica 8 áreas de conhecimento, são elas a linguagem, senso de percepção, emoção, razão, imaginação fé, intuição e memória. A área de aprendizado em que o ensino tradicional, contestado por Ruben (1999) e amplamente explorado atualmente, se insere é a linguagem, segundo o diagrama da ToK.

Segundo Ruben (1999), esta é a maneira mais fácil de estabelecer comunicação entre seres humanos, todavia, para o sucesso da mesma, deve haver uma compreensão mútua entre educador e estudante e o mais importante, conceitos prévios igualmente estabelecidos. Se em

certo momento, o conceito do objeto a ser ensinado difere entre as partes, o entendimento pleno do conteúdo é negativamente afetado.

Outro importante ponto negativo do paradigma educacional visto anteriormente e destacado por Ruben (1999) é o resultado paradoxal que o ensino tradicional pode apresentar. Por exemplo, o que é visto como trapaça em um ambiente de sala de aula pode bem ser reconhecido como cooperação e trabalho em equipe em um ambiente de trabalho. Em sua visão, o conhecimento deve ser construído de forma cooperativa, pois desta forma possíveis dúvidas ou pontos de vista diferentes podem ser explorados e entendidos, mesmo se estes questionamentos não forem inicialmente apresentados pelo professor.

Ainda sobre ambientes de trabalho, Ruben (1999) questiona o modelo tradicional de avaliação do conhecimento adquirido pelo estudante. Mais do que conhecer, ser hábil a usar o conhecimento adquirido é o que o mercado requer do estudante e a habilidade e familiaridade com o assunto exige aplicação, repetição e não raramente envolve a prática em contextos não explorados pelo estudante através da leitura de livros ou exposições do professor.

Por fim, uma vez que as situações exploradas via modelos tradicionais de ensino são muito previsíveis, estáticas e não desafiadoras aos estudantes, ao final acabam por se tornar entediadas. Este é um dos principais pontos que tornam os níveis de motivação pela busca do conhecimento baixos. Além disso, os cenários estáticos e não desafiadores explanados pelo professor em uma aula expositiva podem diferir quando enfrentados no futuro cotidiano profissional do aluno, uma vez que desafios diferentes dos padrões vistos em aula não foram explorados durante seus estudos.

2.2 PROBLEMAS NO ENSINO DE TEORIA DE FILAS

Segundo Reed (1980), o problema identificado no ensino da disciplina são os fracos conhecimentos prévios em matemática e probabilidade que os alunos possuem, fazendo com que seja extremamente árdua a tarefa de ensinar até mesmo aspectos estocásticos fundamentais.

Uma vez que tais fundamentos são essenciais à introdução de teoria de filas, perde-se um tempo considerável no ensino da matéria em si, mas sim no reforço de conteúdos pré-requisitos à disciplina. Na verdade, de acordo com Reed (1980), o tempo despendido ao ensino de matemática e probabilidade é maior do que o tempo usado para o ensino de tópicos centrais de teoria das filas.

Ainda em relação às dificuldades da disciplina, uma pesquisa feita em 2006 pela OECD identificou que estudantes de vários países têm problemas na compreensão de atividades envolvendo modelos matemáticos (OECD *apud* BLUM, W., FERRI, R., 2009). Em meio disso, um grande aliado de professores e alunos é a simulação computacional. Segundo Reed, a simulação computacional possui os seguintes aspectos positivos:

- a simulação pode ser usada como um dispositivo pedagógico no ensino de disciplinas fundamentadas em análises teóricas e tomadas de decisão;
- a simulação permite o estudo de um sistema em um período real ou comprimido de tempo. Com isso, o usuário do sistema pode interagir com o mesmo, ganhando um melhor entendimento do sistema como um todo;
- a simulação requer a definição e identificação de variáveis, o que auxilia o estudante entender o funcionamento do sistema.

Por fim, a simulação no contexto educacional pode ser explorada e utilizada em conjunto com a forma atual de ensino como uma ferramenta a complementar o ensino. No capítulo seguinte, são apresentados novos modelos e alternativas capazes de serem inseridos no modelo convencional de ensino. Dentre eles a simulação é apresentada como instrumento auxiliar em um modelo de aprendizagem ativa proposto.

3 ALTERNATIVAS AO MODELO TRADICIONAL DE ENSINO

A fim de atacar os problemas levantados na seção anterior, neste capítulo são exploradas formas alternativas de ensino e suas vantagens sobre o modelo tradicional. Através dos problemas identificados, buscou-se um modelo capaz de engajar o aprendiz ao conteúdo estudado mais facilmente.

Todas as formas alternativas a seguir são baseadas em modelos de aprendizagem ativa, onde a interação dos estudantes sobre a construção do conhecimento é parte fundamental para o sucesso do modelo. Desta forma, o engajamento do estudante é essencial durante o processo de aprendizagem.

Na seção 3.1 a seguir o modelo ativo de aprendizagem é apresentado, assim como alguns dados suportando sua eficácia. Na seção 3.2 será detalhada a simulação no ambiente educacional, assim como as vantagens em utilizá-la no contexto educacional.

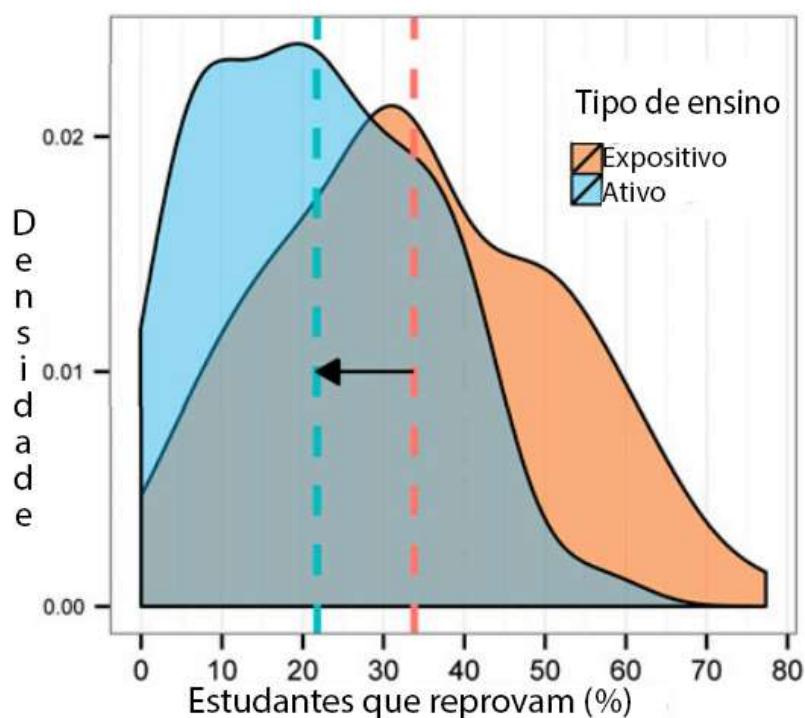
3.1 MODELO DE APRENDIZAGEM ATIVA

Pesquisas nesta área buscam por técnicas que encorajem os alunos ativamente engajar o conteúdo, pois é visto que a busca ativa de informação por parte dos alunos promove níveis mais profundos de pensamento, assim como uma melhora no entendimento, retenção e recordação em relação ao modelo tradicional de ensino. (MCGIYNN, 2005; PECK, et al., 2006).

Em adição às descobertas envolvendo o melhor desempenho de alunos expostos ao ensino ativo comparando a alunos inseridos no modelo tradicional de ensino, ou seja, ao ensino passivo, Freeman, et al. (2013) publicou os resultados de uma meta análise contemplando 255 estudos. Estes estudos reuniram dados de resultados de exames ou taxas de reprovação de graduandos nos campos das ciências, engenharia e matemática.

Entre as descobertas encontradas, conclui-se que, em média, estudantes ensinados sob o modelo tradicional têm 55% mais chance de reprovação em comparação à média de reprovações de alunos do ensino ativo. Na **Figura 2** abaixo é possível observar ambas as médias de reprovação, sendo a média da zona azul 21,8% enquanto a média encontrada na zona vermelha ser de 33,8%.

Figura 2 – Densidade de alunos que falham em suas aulas



Fonte: Freeman, et al. (2013) (Traduzido pelo autor)

3.2 SIMULAÇÃO

Segundo Jong e Joolingen (1998, p. 2), uma simulação computacional é “*um programa que contém um modelo de um sistema (natural ou artificial) ou um processo*”. Ainda, de acordo com o dicionário (OED, 2006), a simulação é toda a técnica que imita tanto o ambiente assim como uma situação ou processo, por meio de analogias feitas com situações ou aparelhos.

Crookall e Saunders em 1989 apontam como características fundamentais da simulação a representação de sistemas do mundo real que contenham regras e estratégias que habilitam uma atividade de simulação flexível e variável a fim de evoluir certo caso. Sobre o assunto, Bez (2013) ainda complementa dizendo que a simulação ainda pode “*suportar exemplos de práticas que incluem a formulação de questões, desenvolvimento de hipóteses, coleção de dados ou revisão da teoria*”. Sendo assim, entendida como uma simplificação de um cenário real.

No âmbito educacional, a simulação computacional já tem sido difundida em várias áreas do ensino, logo, essa prática não é mais uma ferramenta exclusiva de áreas

fundamentalmente técnicas. Ainda segundo Bez (2013), a simulação computacional tem proporcionado um dinamismo e interatividade no desenho de processos outrora bastante complexos de vários domínios da educação, dentre eles a biologia, química, engenharia, física e a ciência da computação, como demonstrado no **Quadro 1**, apresentado a seguir:

Quadro 1 – Exemplo de simuladores em diversas áreas do ensino.

Área	Autor	Ano	Foco de estudo
Biologia	Winberg e Berg	2007	Base ácida
	Limniou et al.	2009	Viscosidade
	Dalgarno et al.	2009	Familiarização laboratorial
	Gelbart et al.	2009	Genética
	Barab et al.	2009	Qualidade da água
	Riess e Mischo	2010	Ecossistema
	Ketelhut et al.	2010	Epidemiologia
Química	Trey e Khan	2008	Princípios químicos
	Limniou et al.	2009	Base ácida
Engenharia	Duran et al.	2007	Máquinas elétricas
	Baltzis e Koukias	2009	Eletrônica
Física	Zacharia	2007	Circuitos elétricos
	Wu e Huang	2007	Força e movimento
	Stern et al.	2008	Teoria molecular
	Chang et al.	2008	Lentes ópticas
	Bell e Trundle	2008	Fases da Lua
	McKagan et al.	2009	Efeitos fotoelétricos
	Ploetzner et al.	2009	Kinemática
	Birchfield e Romanowicz	2009	Evolução Geológica
	Mitinik et al.	2009	Kinemática
	Trundle e Bell	2010	Fases da lua
	Shieh et al.	2010	Mecânica do eletromagnetismo
Computer Science	Papastergiou	2009	Memória dos computadores
	Laakso et al.	2009	Números binários

Fonte: Bez (2003)

A simulação em um contexto educacional auxilia alunos e professores explorarem suas bases de conhecimento de uma forma prática e dinâmica, facilitando assim o acesso e o armazenamento de informações referentes à área de estudo.

Rutten, Joolingen e Veen (2011) destacam que a literatura provê robustas evidências de que a simulação computacional pode melhorar o ensino, principalmente como um laboratório de atividades. Para Blake e Scanlon (2007), as possíveis razões para o uso de simuladores no ensino por computador incluem: economia de tempo, permitindo que os

estudantes repitam várias vezes um mesmo experimento; permite que os alunos manipulem diferentes variáveis, com vários estados a serem estudados e analisados, testando suas hipóteses.

Bell e Trundle (2008) destacam que um dos aspectos evidenciados pelos alunos no uso de diversos simuladores avaliados é a fácil interpretação e o entendimento de sistemas e fenômenos. Acrescido a isso, seus resultados que não são possíveis de observar, na prática, e que anteriormente tinham que usar a imaginação e tentar entender apenas através da teoria.

Segundo Crookall e Sanders (1989), o custo do erro é a chave que faz da simulação um instrumento tão efetivo para o ensino por capacitar aos estudantes uma representação de um ambiente produtivo real, porém protegendo-os das consequências de falhas ou enganos na utilização do ambiente.

No capítulo seguinte, o modelo de ensino tendo a simulação como parte central de seu funcionamento é proposto e apresentado.

4 MODELO DE ENSINO PROPOSTO

Neste capítulo são apresentados dados e informações que norteiam os fundamentos do modelo de ensino proposto. Como visto nas seções anteriores, o modelo tradicional de educação teve domínio absoluto das salas de aula e das instituições de ensino. No entanto com o advento de novas tecnologias, informações ao alcance de um toque e de uma nova mentalidade do público estudantil, cada vez mais se torna desinteressante e antiquado se utilizado exclusivamente.

Considerando o mundo corporativo atual em que cenários mudam diariamente e a busca por funcionários capazes de se adaptarem rapidamente às tendências do mercado apenas tende a aumentar, quanto mais cedo os estudantes terem contato com novas formas de construção de conhecimento, mais habituados a tais cenários serão.

A fim de propor uma solução ao problema conhecido, um novo princípio do diagrama da ToK (**Figura 1**) é explorado. Este é o senso de percepção do estudante.

Como já é sabido, recursos como livros, apresentações e artigos se usam da linguagem para alcançar seu objetivo. A menos que exista qualquer espécie de interação verbal com o estudante na solução, se continuará usando a linguagem como meio de transporte de informação.

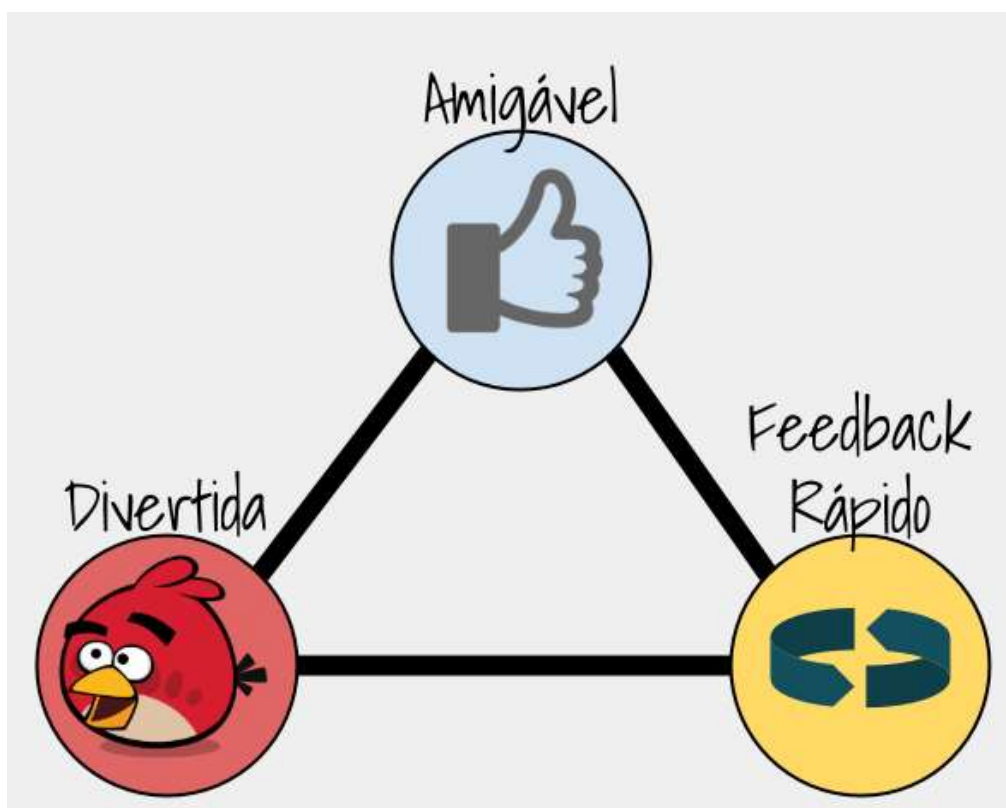
A fim de evitar tornar a solução proposta em uma técnica puramente expositiva, é explorada a área que atua no senso de percepção do estudante. Com a inclusão desta em uma estratégia de ensino, o mesmo cessa de ser apenas um modelo onde estudantes absorvem passivamente informações pré-processadas. Ao invés disso, o modelo passa a contemplar o título de método ativo de ensino por fomentar a participação do estudante na construção do conhecimento.

Neste método, conforme McCarthy e Anderson (2000) descrevem, os estudantes são confrontados com um problema pelo educador e diferentemente do que o detentor do conhecimento, o professor se torna um facilitador ao resultado que os estudantes, por eles mesmos alcançarão.

Desta forma o estudante não apenas reconhece o resultado final, mas também aprende o caminho percorrido até a chegada do objetivo. Baseando-se nessa ideia inicial, é proposto então o uso de uma ferramenta capaz de auxiliar o aluno em sua busca ao conhecimento, contendo os seguintes fundamentos.

Na **Figura 3** a seguir, os fundamentos buscados para a solução proposta são apresentados. A partir destes pilares, a solução foi idealizada, buscando uma melhor forma de expor o conteúdo aos alunos.

Figura 3 – Pilares Fundamentais da Solução



Fonte: O Autor

A ferramenta deve ser amigável. Uma vez que a solução visa auxiliar o estudante, o mesmo não deve ter dificuldades quanto à navegação da ferramenta. Se a solução for difícil de usar e não for intuitiva, o estudante verá a ferramenta como um empecilho ao invés de um auxílio ao estudo.

De igual forma a ferramenta deve oferecer um *feedback* rápido ao aluno. Se isto for alcançado, o aluno poderá ter informações que antes não obtinha e dessa forma, possibilitará ao mesmo o entendimento do processo como um todo, não apenas do resultado final.

Além de intuitiva e precisa nos resultados, a solução deve possuir alguma motivação extra que não é encontrada em livros nem em longas aulas expositivas. Por isso a diversão deve ser parte fundamental da ferramenta. Ao usar este princípio da gamificação, a solução ganhará um valor intrínseco capaz de motivar o aluno a querer usar a ferramenta.

Segundo Deterding (2012), é possível aumentar os níveis de retenção e consequentemente o desempenho de estudantes num determinado assunto.

Ao construir uma solução hábil de satisfazer estes pilares principais, obter-se-á uma solução capaz de contemplar uma abordagem prática e didática a estudantes de teoria de filas.

5 SISTEMA PROPOSTO

Neste capítulo o sistema desenvolvido para ser utilizado como auxílio durante o estudo de teoria de filas é descrito e detalhado. O sistema baseia-se nos fundamentos estabelecidos na seção anterior.

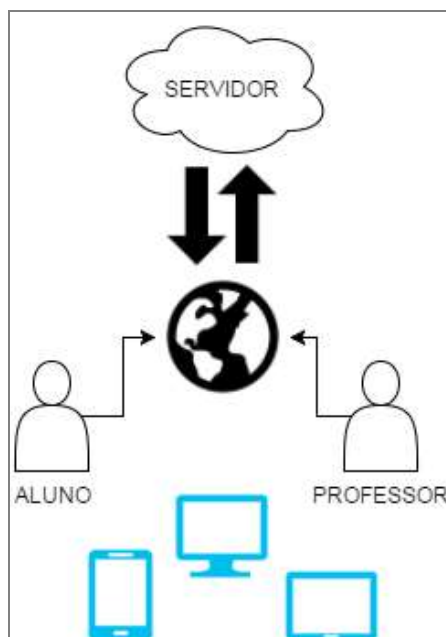
A fim de suprir as necessidades remetidas nos capítulos anteriores, foi considerado o desenvolvimento de um sistema fundamentado nas tecnologias *web*, sendo possível o fácil e acesso por estudantes e professores ao *software* em ambientes que não necessariamente sejam a sala de aula, assim como o seu acesso via dispositivos móveis.

O sistema visa promover um ambiente onde os alunos, em grupos, competem contra outros grupos a fim de alcançar um certo objetivo definido pelo professor. Para tanto, os alunos são divididos em grupos e lhes é dado acesso à ferramenta onde os mesmo simularão o ambiente até conseguirem o melhor resultado possível em um determinado objetivo.

Na seção 5.1 é apresentada a arquitetura do sistema, demonstrando de uma perspectiva técnica seu funcionamento. A seção 5.2 visa apresentar a solução e suas funções disponíveis ao aluno. Na seção 5.3 será apresentada a função do professor no sistema.

5.1 ARQUITETURA DO SISTEMA

O sistema é baseado em uma arquitetura cliente/servidor, habilitando o mesmo a ser acessado através de qualquer dispositivo com acesso à internet ou rede interna. A estrutura é demonstrada na **Figura 4** a seguir.

Figura 4 – Pilares Fundamentais da Solução

Fonte: O Autor

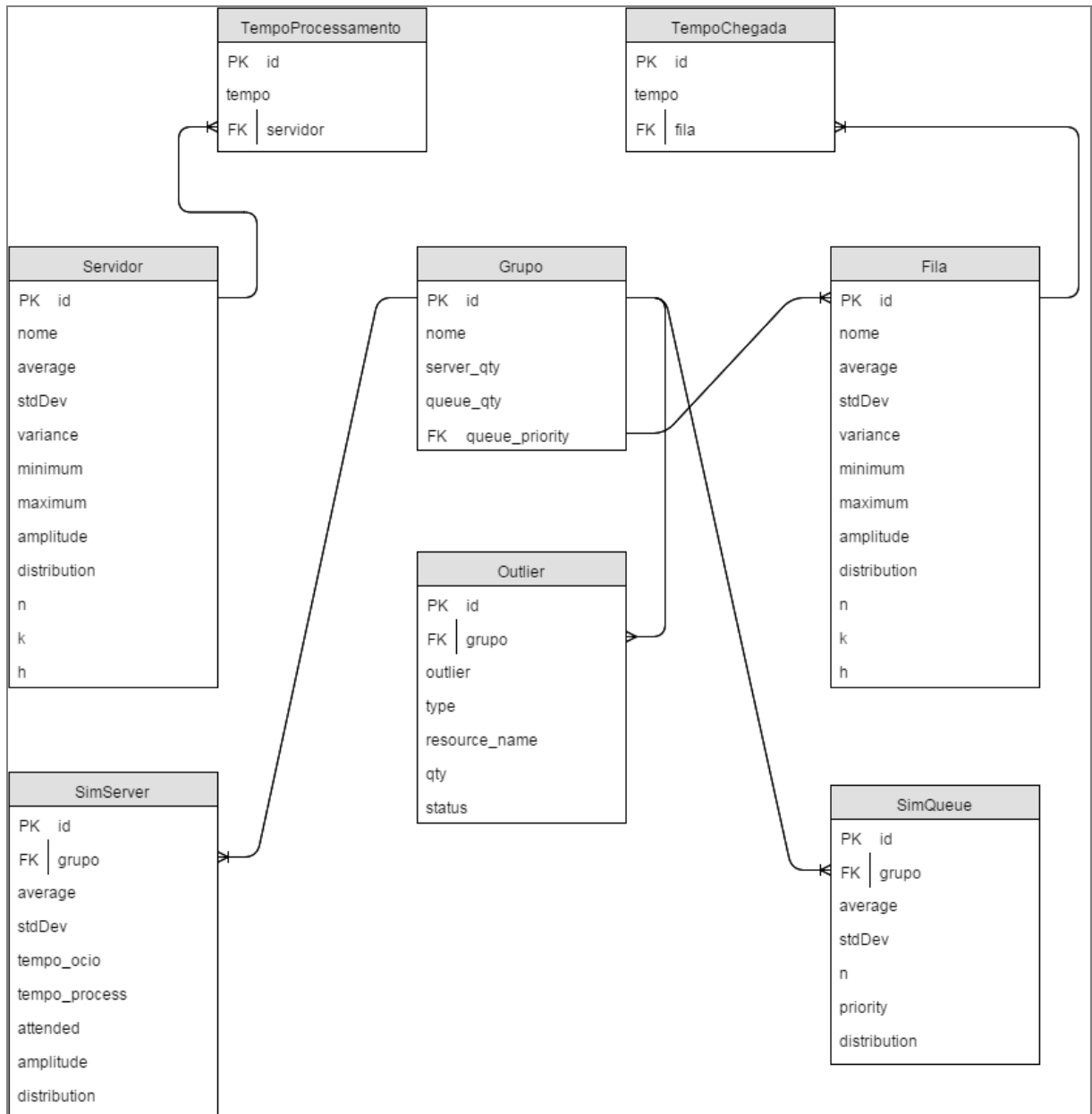
Como visto na imagem acima, o sistema funciona independentemente da plataforma que o usuário utilizar. Para tanto, o usuário acessa a interface gráfica utilizando um navegador e através da interface gráfica os processos são executados no servidor.

A fim de proporcionar um ambiente simplista ao usuário, foi utilizado um *framework* de HTML5 denominado *OpenUI5*. Utilizando o mesmo, é possível obter uma mesma temática navegando pelo sistema, proporcionando também a responsividade do sistema à plataforma escolhida pelo usuário.

O servidor por sua vez foi desenvolvido utilizando um *framework web* chamado de *Django*. Todas as execuções feitas no *backend* do sistema são baseados na linguagem *Python* em sua versão 3.4. A arquitetura do servidor possibilita a alta disponibilidade do sistema, assim como a gerência de acessos ao banco de dados.

Para o banco de dados do sistema, pela aplicação não sofrer de uma grande quantidade de acessos simultâneos, foi utilizado o *SQLite*. Abaixo, na **Figura 5**, pode-se conferir o modelo ER do banco de dados.

Figura 5 – Modelo ER do banco de dados



Fonte: O Autor

As tabelas Servidor e Fila são preenchidas quando o professor faz a carga de dados referente ao cenário a ser estudado. Nelas são armazenadas as informações paramétricas do cenário atual.

Da mesma forma as tabelas TempoProcesso e TempoChegada são preenchidas no carregamento inicial. Elas são responsáveis por armazenar, respectivamente, os tempos de processamento dos servidores e os intervalos entre chegadas nas filas.

As demais tabelas são dependentes do grupo de trabalho. A tabela Grupo define o nome do grupo, assim como parâmetros utilizados para a simulação do cenário.

Os *outliers* do sistema são definidos dependentes do grupo. Dessa forma diferentes grupos podem simular considerando ou não diferentes *outliers*.

Ambas as tabelas SimServer e SimQueue contém os resultados da simulação feita pelo grupo. Dessa forma os *rankings* observados na aplicação do professor obtém suas informações diretamente dessas tabelas.

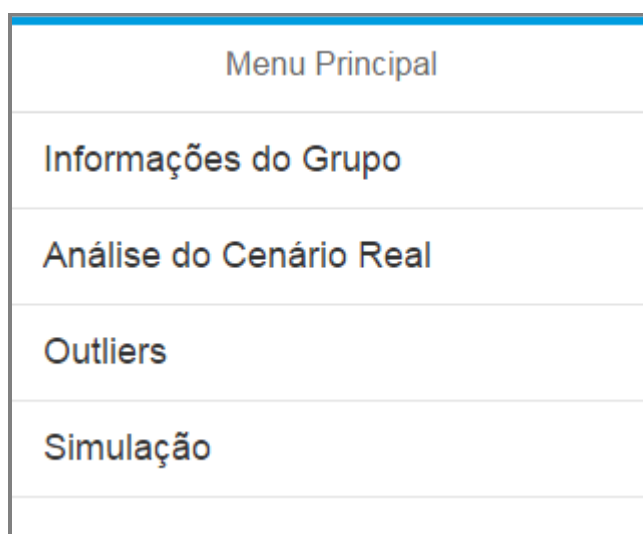
Na seção seguinte são apresentadas em detalhes as funcionalidades disponíveis ao aluno, assim como seu funcionamento.

5.2 FUNÇÕES DO ALUNO

No sistema o aluno é capaz de visualizar o cenário real com o qual o professor decidir trabalhar. Além de demonstrar informações do cenário real, é possível verificar os *outliers* encontrados nos tempos de processamento, assim como nos tempos de chegada. Como parte principal do sistema, o estudante pode simular novos cenários utilizando características semelhantes às do cenário principal.

O aluno pode ter acesso ao sistema do aluno através do link <http://<ip-do-servidor>:8080/TCSim>. Ao acessar o sistema, o aluno terá acesso a um menu lateral com as funções disponíveis. Na **Figura 6** abaixo é possível observar este menu.

Figura 6 – Menu principal da aplicação cliente

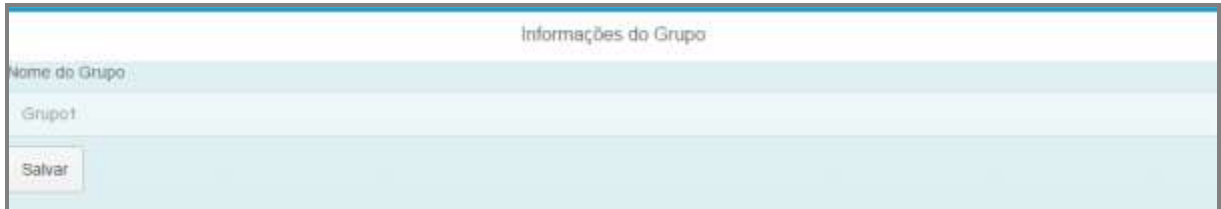


Menu Principal
Informações do Grupo
Análise do Cenário Real
Outliers
Simulação

Fonte: O Autor

Ao selecionar o primeiro item, o aluno será direcionado a uma página que lhe permitirá inserir o nome do grupo a qual está inserido, conforme a **Figura 7**.

Figura 7 – Área de entrada do nome do grupo

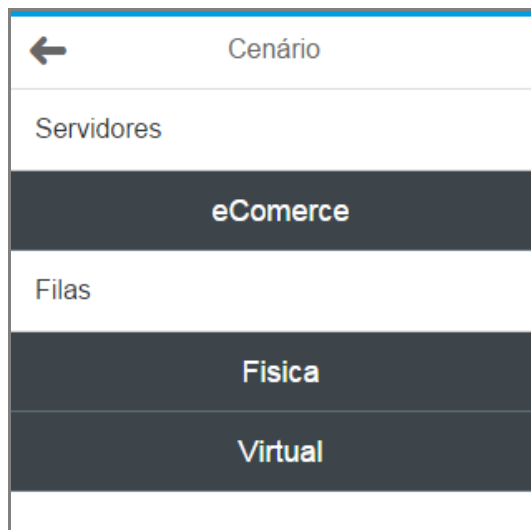
A imagem mostra uma interface de usuário com o título "Informações do Grupo". Abaixo do título, há um campo de texto rotulado "Nome do Grupo:" com o valor "Grupo1" inserido. Abaixo do campo de texto, há um botão "Salvar".

Fonte: O Autor

É importante ainda destacar que o preenchimento desta informação é essencial para o funcionamento do sistema, uma vez que o mesmo é utilizado para guardar os parâmetros de simulação.

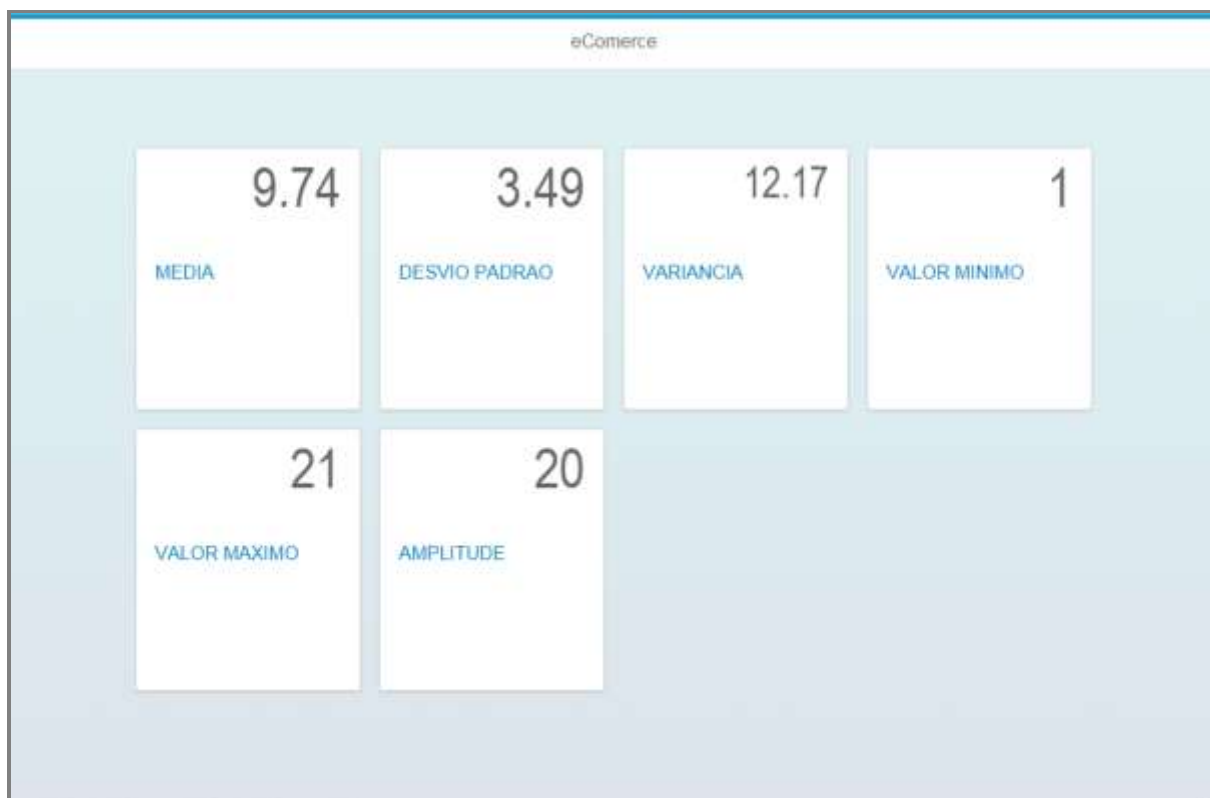
Ao acessar a opção de análise de cenário no menu principal o aluno é direcionado a um menu contendo os servidores e filas do cenário carregado pelo professor. Dessa forma é possível analisar as características de todos os recursos do sistema, sejam eles os servidores ou as filas. O menu é demonstrado na **Figura 8** a seguir.

Figura 8 – Recursos existentes no cenário atual



Fonte: O Autor

Selecionando um recurso no menu, o aluno poderá ver as características do recurso selecionado, como visto na **Figura 9** apresentada abaixo.

Figura 9 – Características de recurso do sistema

Fonte: O Autor

Nesta tela o usuário pode ver informações referentes ao cenário que está sendo estudado sobre o recurso selecionado. A partir dessas informações o aluno tem uma visão de como o cenário atual funciona. Uma vez feita esta análise, o aluno pode pensar em alternativas de configuração para utilizar na simulação.

A próxima funcionalidade disponível ao aluno permite ao mesmo verificar os *outliers* presentes no cenário atual e removê-los, a fim de obter uma amostra mais homogênea de dados. Segundo Hawkins (1980), um *outlier* é um fato que desvia tanto de outros fatos a ponto de gerar suspeitas de que foi gerado a partir de um mecanismo diferente.

A identificação dos *outliers* no sistema é feita a partir do estudo de quartís. Para o estudo de quartis, a série é dividida em quatro quartis. Para defini-los, deve-se primeiramente encontrar os cinco números que sumarizam a série.

O primeiro deles é o menor número do conjunto. O segundo é a mediana entre o menor número e a mediana geral da série. O terceiro número é a mediana geral do conjunto. O quarto é a mediana entre o maior número da série e a mediana geral da mesma. Por fim o quinto número é o maior número da série.

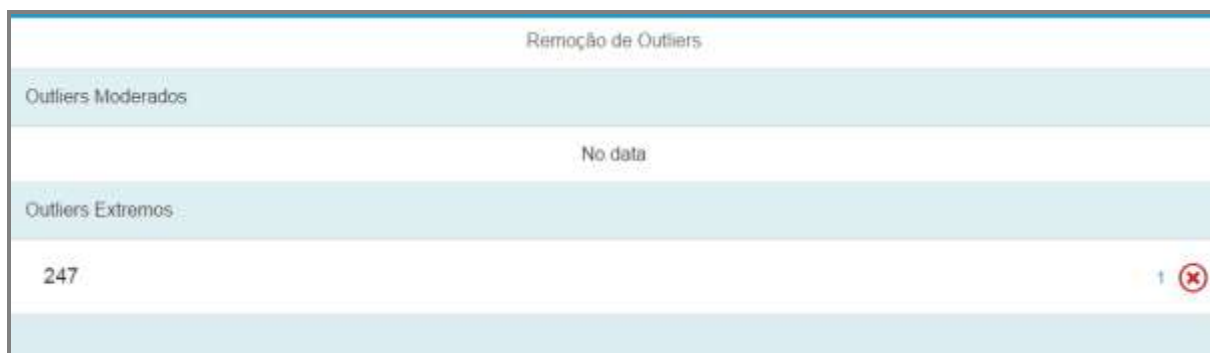
Tendo identificado os cinco números, pode-se então definir o quartil inferior e superior da série. O quartil inferior é o segundo dos cinco números encontrados anteriormente. Já o quartil superior é o quarto dos cinco números representantes da série.

Identificados os quartis inferior e superior, podemos definir o Interquartil. Ele é dado pela distância entre o quartil inferior e o quartil superior.

Um *outlier* moderado é identificado se um número foi maior do que a diferença entre o quartil superior e o resultado da multiplicação do interquartil por 1.5. É também um *outlier* moderado se um número for menor do que a diferença entre o quartil inferior e o resultado da multiplicação do interquartil por 1.5. Para detectar um *outlier* extremo é utilizado o mesmo método, apenas trocando a constante multiplicadora para 3.

No sistema os *outliers* são divididos entre moderados e extremos para cada servidor ou fila que os possui. O aluno pode deletar os *outliers* ou apenas visualizá-los como apresentado na **Figura 10** a seguir.

Figura 10 – Características de recurso do sistema



Fonte: O Autor

Após isso, o aluno tem a possibilidade de simular cenários semelhantes selecionando a opção simulação no menu principal. A simulação ocorre em cinco etapas. Na primeira delas é dada ao aluno a opção de escolher o número de servidores e filas do cenário simulado. Por padrão são importadas as quantidades de servidores e filas do cenário padrão, provenientes do carregamento de dados feito pelo professor.

Como visto na **Figura 11**, é possível escolher de um a três servidores ou filas. Esta delimitação é feita devido à capacidade de processamento do servidor onde a aplicação está hospedada.

Figura 11 – Primeira etapa: Dimensionamento de Cenário

The screenshot displays a mobile application interface for resource configuration. At the top, the title is 'Quantidade de Recursos'. Below this, there are two main sections: 'Servidores' and 'Filas'. Each section features a horizontal slider and a corresponding text input field. In the 'Servidores' section, the slider is positioned at the far left, and the input field contains the number '1'. In the 'Filas' section, the slider is positioned approximately two-thirds of the way across, and the input field contains the number '2'. A share icon is visible in the top right corner of the screen.

Fonte: O Autor

Para prosseguir à próxima etapa, o aluno deverá selecionar o botão localizado no canto superior direito da tela. Tendo o feito, é então carregada a segunda etapa da simulação, demonstrada na **Figura 12** a seguir.

Figura 12 – Segunda etapa: Parâmetros de Servidor

The screenshot shows a mobile application interface for server parameter configuration. The title is 'Parâmetros de Servidor'. The screen displays a list of parameters for a specific server, identified as 'Servidor 97'. The parameters and their values are as follows:

Parâmetro	Valor
Política de Atendimento	FIFO
Média de Processamento	9.74
Desvio Padrão	3.49
Distribuição	Normal

A back arrow is visible in the top left corner, and a share icon is in the top right corner.

Fonte: O Autor

Nesta etapa o aluno terá acesso a modificar os parâmetros de forma individual para cada servidor, dependendo da quantidade de servidores escolhida na etapa anterior. A fim de diferenciar os servidores, é atribuído aos mesmos um nome que é composto de “Servidor” concatenado ao identificador único salvo no banco de dados.

O primeiro parâmetro disponibilizado ao usuário é a política de atendimento do servidor. São três as políticas passíveis de escolha, sendo elas FIFO (*First In First Out*), LCFS (*Last Come First Served*) e Não Preemptivo.

Ao selecionar a política FIFO, o servidor processará a fila na ordem de chegada dos integrantes, não importando a prioridade de cada chamado. Dessa forma o primeiro a chegar, será o primeiro a ser atendido e assim consecutivamente aos demais integrantes da fila.

A política LCFS encara a fila de forma inversa à política FIFO. Nessa política o último integrante a chegar na fila será o primeiro a ser atendido. Nessa política ainda não são consideradas as prioridades das chegadas na fila.

Como última opção, o aluno pode optar pelo servidor obedecer a prioridade das chegadas e selecionar a política prioritária não preemptiva. Dessa forma, caso o servidor esteja livre e há um caso prioritário na fila, o primeiro caso prioritário da fila será processado, independentemente de sua ordem de chegada. Caso haja duas chegadas prioritárias, o servidor processará a chamada prioritária que entrou por primeiro na fila.

Na política não preemptiva, no caso de o servidor estar atendendo um chamado e chegar um integrante prioritário na fila, o servidor termina de processar o chamado que está alocando o mesmo e após o término do serviço, a chegada prioritária é processada.

Após a escolha da política de fila, o aluno poderá alterar a média de processamento do servidor. Por padrão o tempo médio de processamento do cenário atual é importado ao campo, porém o mesmo pode ser alterado. Seu valor dependerá apenas de delimitações feitas pelo professor em aula.

De igual forma o aluno tem acesso à troca do desvio padrão da série. Dessa forma a densidade da distribuição pode ser alterada, delimitada pelo objetivo proposto pelo professor.

Ainda o aluno tem acesso à distribuição da série. As opções de distribuições disponíveis no sistema são a normal, exponencial e de Poisson. As séries simuladas pelo sistema obedeceram a distribuição escolhida, a média e o desvio padrão definidos pelo aluno.

Tendo definido os parâmetros dos servidores, o aluno poderá avançar para a terceira etapa clicando no botão localizado no canto superior direito da tela. Na terceira etapa o aluno poderá modificar os parâmetros das filas, como demonstra a **Figura 13** abaixo.

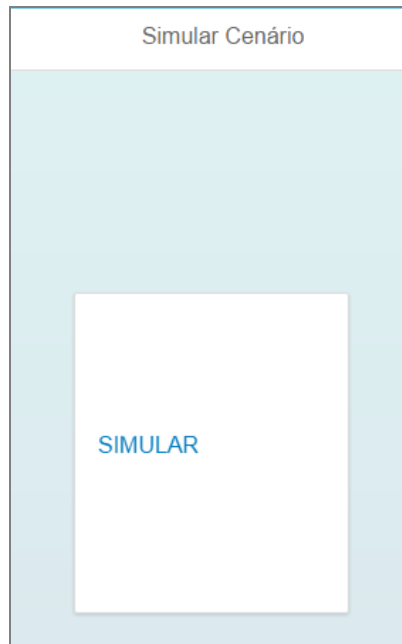
Figura 13 – Terceira etapa: Parâmetros de Fila

Número de Chegadas	
Fila 84	100
Fila 85	100
Média do Intervalo de Chegada	
Fila 84	5.4
Fila 85	5.4
Desvio Padrão	
Fila 84	2.27
Fila 85	2.27
Distribuição	
Fila 84	Normal
Fila 85	Normal

Fonte: O Autor

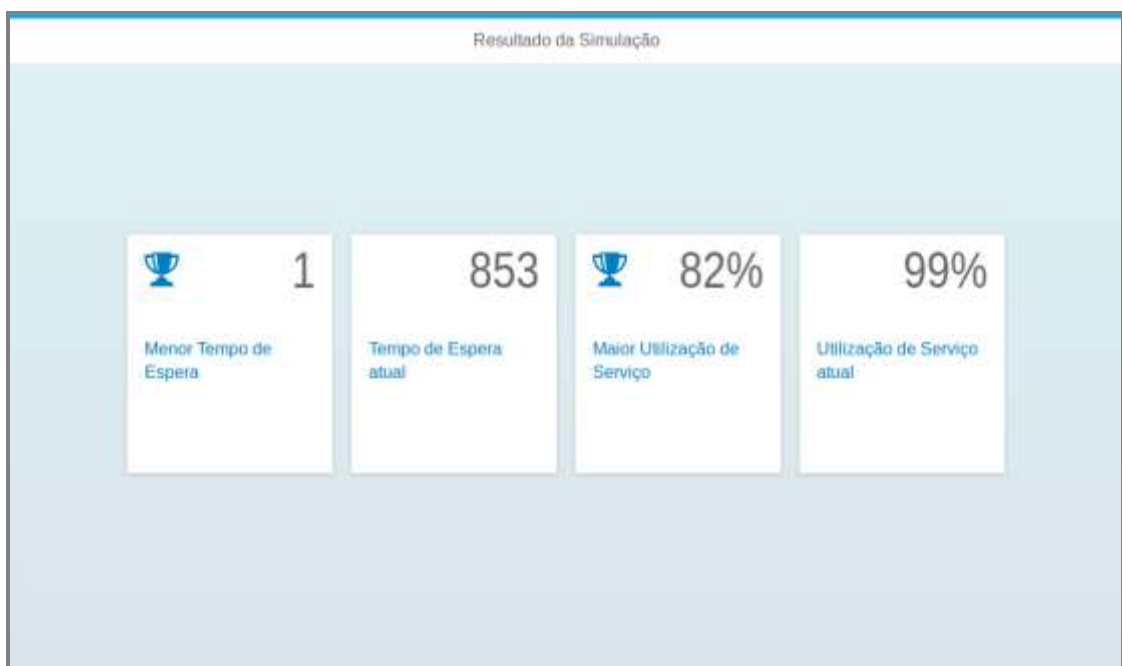
Na terceira etapa o aluno pode alterar atributos semelhantes à etapa anterior. São eles a média, o desvio padrão e a distribuição da série referente a cada fila simulada. O atributo presente na terceira etapa específico da fila é o número de chegadas. Este atributo é definido por padrão no sistema, tendo como base a quantidade de chegadas do cenário carregado pelo professor.

A quarta etapa, como visto na **Figura 14** a seguir, apenas serve como confirmação para o aluno executar a simulação utilizando os parâmetros definidos nas etapas anteriores.

Figura 14 – Etapa quatro: Simulação de Cenário

Fonte: O Autor

Ao pressionar o botão, a simulação é executada. No anexo II deste documento é possível ver a função principal de simulação. Quando executada com sucesso, a tela dos resultados da simulação, demonstrada pela **Figura 15** abaixo, aparecerá ao aluno.

Figura 15 – Etapa cinco: Resultados da Simulação

Fonte: O Autor

Ao visualizar os resultados, o aluno poderá ver a sua melhor tentativa e a tentativa atual das seguintes categorias: Tempo de espera e Utilização de serviço. A partir dessas informações o grupo poderá otimizar seu cenário com o objetivo de ter um menor tempo de espera em conjunto com um alto nível de utilização de serviço.

Com a execução da simulação e a apresentação dos resultados ao aluno, o sistema atualiza a aplicação do professor, que estará monitorando a performance dos grupos na sua aplicação. A aplicação do professor e suas funcionalidades são apresentadas na seção seguinte.

5.3 FUNÇÕES DO PROFESSOR

O papel do professor no sistema é o de monitorar as soluções propostas pelos grupos, auxiliando-os quando necessário. Além de monitorar os resultados das simulações, o professor tem o papel de modelar o cenário base a ser estudado e o carregar para dentro do sistema.

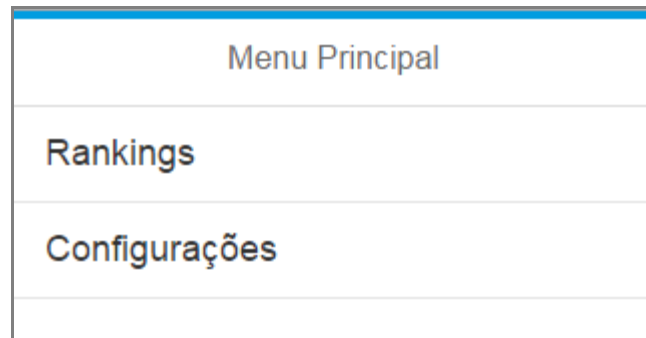
A fim de modelar o cenário, o professor deve ter os dados referentes aos servidores e filas envolvidas no cenário. Para cada servidor, o professor deverá criar um arquivo de texto contendo o nome atribuído ao servidor, a distribuição da série que pode ser normal ou exponencial e por fim os tempos de processamento do servidor.

Essas informações devem estar dispostas de tal maneira que apenas um dado esteja ocupando uma linha do arquivo de texto. Caso exista um servidor denominado Servidor A e a sua série de tempos de processamento indica um comportamento exponencial, o professor deverá inserir na primeira linha do arquivo o nome do servidor e na segunda linha a palavra exponencial referente à distribuição.

A partir disso, cada tempo de processamento ocupará uma linha do arquivo, podendo ter de uma até n linhas. A modelagem das filas devem seguir o mesmo formato.

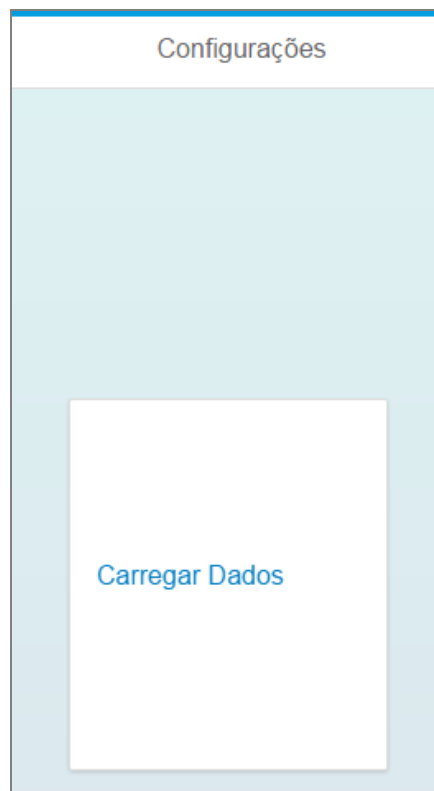
Uma vez tendo os arquivos referentes aos servidores e filas, os mesmos devem ser inseridos em uma pasta chamada dados que se encontra no diretório principal da aplicação do servidor. Feito isso, o professor pode ter acesso ao sistema do professor através do link <http://<ip-do-servidor>:8080/TCAdmin>.

Ao acessar o sistema, o professor terá acesso a um menu lateral como mostra a **Figura 16** a seguir.

Figura 16 – Menu principal da aplicação do professor

Fonte: O Autor

Ao selecionar a opção configurações, será apresentada ao professor uma tela conforme a **Figura 17**. Ao pressionar o botão Carregar Dados, o cenário base será carregado ao sistema a partir dos arquivos de texto anteriormente criados.

Figura 17 – Carregamento do cenário base

Fonte: O Autor

Tendo sido executado o carregamento, os alunos já terão acesso às informações referentes ao cenário base.

6 AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA

Para que fosse possível mensurar a utilidade da ferramenta desenvolvida para o auxílio no estudo de teoria de filas, a mesma foi submetida à turma de ADS no dia 19 de outubro de 2016, onde o ambiente competitivo foi explicado e aplicado, utilizando a ferramenta como instrumento para alcançar os objetivos propostos.

Durante a aula, a motivação e alguns conceitos sobre arquitetura do projeto desenvolvido foram apresentados à turma. Após a apresentação do projeto, a turma foi dividida em grupos e o link de acesso à aplicação cliente foi disponibilizado.

Cada grupo possuía acesso à um computador e todos deveriam trabalhar em conjunto, a fim de alcançarem o menor tempo de fila e a maior utilização de serviço, ajustando parâmetros e características do cenário importado no sistema. O cenário utilizado já havia sido utilizado com os alunos durante aulas posteriores, o que levou a uma boa familiaridade ao utilizar a ferramenta.

Ao final da dinâmica aplicada aos grupos, foi disponibilizada uma pesquisa de forma eletrônica ao qual alguns alunos responderam. Ao total, treze pessoas responderam as questões do anexo I. Nas seções seguintes, são analisadas as respostas de perguntas gerais, feitas aos alunos em relação à disciplina e ao uso de uma metodologia competitiva em aula. Após, na seção 6.2 são abordadas as questões referentes à ferramenta.

6.1 QUESTÕES REFERENTES AO MODELO ATUAL DE ENSINO E PROPOSTA APLICADA

Inicialmente, a fim de identificar a relação dos alunos com a compreensão dos aspectos de teoria de filas, questionou-se a eles se é difícil a compreensão desses aspectos quando vistos em aula. Esta seção de perguntas pode ser vista na **Figura 18** a seguir.

Figura 18 – Seção de perguntas sobre o ensino atual

Em relação à ADS
Abaixo serão perguntadas questões relacionadas com a matéria em si, a fim de avaliar a qualidade do ensino sem o uso da ferramenta proposta.

Em sua opinião, é difícil compreender os aspectos de teoria de filas visto em aula?

Yes
 No

Qual aspecto do ensino de teoria de filas pode prejudicar o aprendizado na disciplina de ADS, caso exista algum.

Fonte: O Autor

Estas questões possibilitavam entender se a forma como o ensino é realizado atualmente na disciplina de ADS é de fácil compreensão, a fim de ter uma base de como a aprendizagem se encontra hoje. A **Figura 19** abaixo demonstra a divisão entre as respostas obtidas.

Figura 19 – Representação das respostas da primeira questão geral

Fonte: O Autor

A partir da imagem acima, é possível verificar que 69% dos alunos questionados não sentem dificuldade alguma em entender conceitos de teoria de filas apresentados em aula. Entretanto, 31% dos alunos sentiram alguma dificuldade no entendimento da matéria.

Adicional a esta questão, questionou-se qual o aspecto do ensino de teoria de filas pode prejudicar o aprendizado dos alunos.

As dificuldades citadas foram as seguintes:

- dificuldade na implementação prática dos conteúdos teóricos;
- falta de experiência em programação;
- falta de conhecimento prévio sobre conceitos de probabilidade e estatística.

Tais dificuldades são sentidas ao longo do semestre, onde os alunos além de ter que entender a disciplina, ainda precisam utilizar os conhecimentos adquiridos para desenvolver escalonadores de fila, respeitando os cenários propostos.

Apesar das dificuldades vistas por alguns alunos, é importante ressaltar um número expressivo de alunos que declararam não enfrentar obstáculos durante o aprendizado. Tal quantia de pessoas pode ressaltar aspectos positivos durante o ensino, tais como didática do professor, infraestrutura da universidade, dentre outros.

Na seção seguinte são apresentadas as respostas das questões referentes à ferramenta desenvolvida, que foi utilizada pelos alunos durante a abordagem prática aplicada na turma de ADS.

6.2 QUESTÕES REFERENTES À ABORDAGEM E FERRAMENTA DESENVOLVIDA

Nesta seção são discutidas as respostas de perguntas direcionadas à ferramenta e sua utilização como objeto da abordagem proposta. É importante ressaltar que para cada grupo, apenas um computador teve acesso ao sistema. Dessa forma o grupo argumentava suas ideias de mudanças para o cenário e após isso essas modificações eram realizadas em um só computador.

A primeira seção de perguntas feitas aos participantes em relação à abordagem e à ferramenta pode ser observada na **Figura 20** a seguir.

Figura 20 – Questões referentes à ferramenta

Em relação ao software simulado de filas

Qual o seu nível de satisfação em usar a ferramenta como apoio ao estudo de teoria de filas na disciplina de ADS?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito Ruim Excelente

Qual o nível de interesse em continuar utilizando a ferramenta a fim de explorar os conteúdos aprendidos em aula?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito Baixo Altíssimo

Usabilidade

O quão fácil é de realizar o objetivo proposto?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito Ruim Excelente

Valor percebido

Valor da ferramenta percebida pelo usuário. Ela é útil?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito Baixo Altíssimo

Interface Gráfica

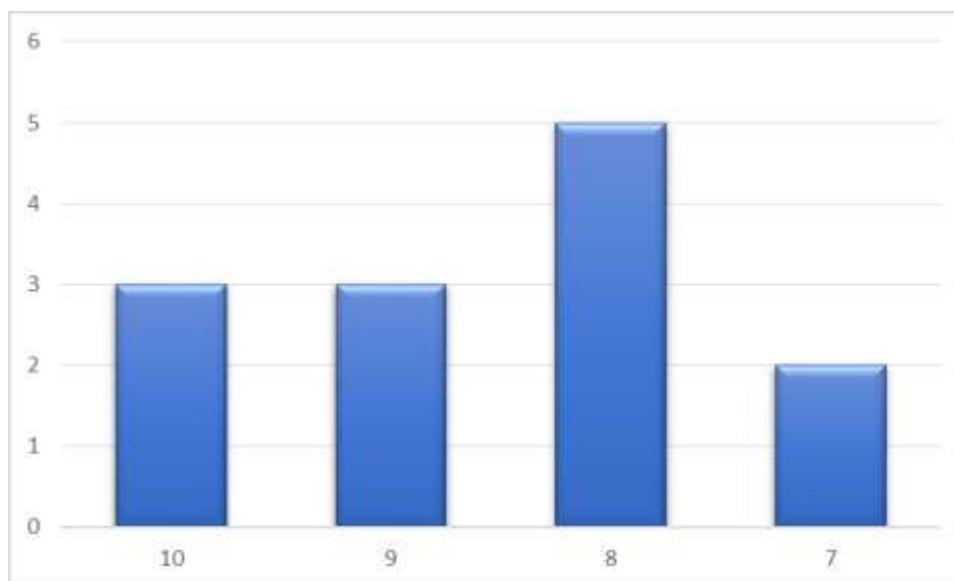
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito Ruim Excelente

Fonte: O Autor

A primeira questão concernente à ferramenta utilizada questionou ao aluno seu nível de satisfação geral ao utilizar a ferramenta para apoiar o estudo de teoria de filas na disciplina de ADS. As respostas do gráfico representado na **Figura 21** a seguir.

Figura 21 – Número de participantes x Grau de satisfação



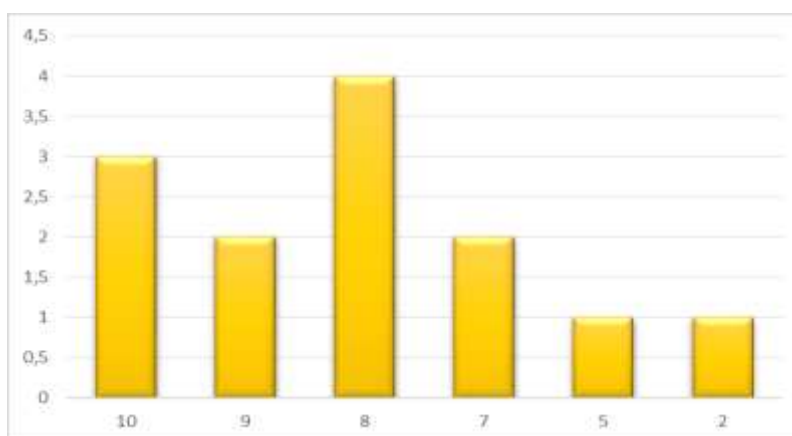
Fonte: O Autor

As respostas dos participantes na questão acima poderiam variar de 1 a 10, sendo 1 muito ruim e 10 excelente. No gráfico acima é possível verificar os graus escolhido pelos participantes e o respectivo número de participantes que escolheram tal grau.

Se considerar um grau bom de satisfação sendo representado pelos níveis 8 a 10, é possível concluir que cerca de 85% dos participantes do questionário ficaram satisfeitos em utilizar a ferramenta como auxílio no estudo de teoria de filas.

Outra questão feita aos participantes foi selecionar seu grau de interesse em continuar usando a ferramenta desenvolvida, com o objetivo de explorar os conteúdos aprendidos em aula. A **Figura 22** a seguir apresenta os resultados desta questão.

Figura 22 – Número de participantes x Grau de interesse

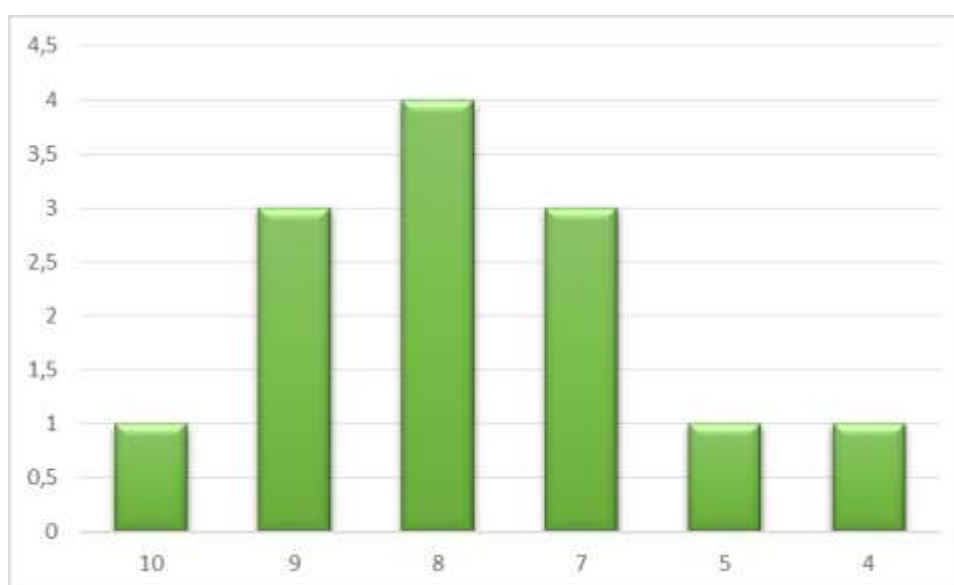


Fonte: O Autor

Para esta questão, as alternativas variam de 1 a 10: 1 sendo muito baixo e 10, altíssimo. Por volta de 69% dos participantes selecionaram graus entre 8 e 10, representando um elevado grau de interesse na ferramenta como auxílio nos conceitos de teoria de filas.

A partir desta questão, foram apresentadas aos alunos duas questões visando o design e usabilidade da ferramenta. Referente à usabilidade da aplicação cliente, a **Figura 23** a seguir apresenta a percepção dos participantes do questionário no que diz respeito à facilidade de realizar o objetivo proposto utilizando a ferramenta desenvolvida.

Figura 23 – Número de participantes x Nível de usabilidade do sistema

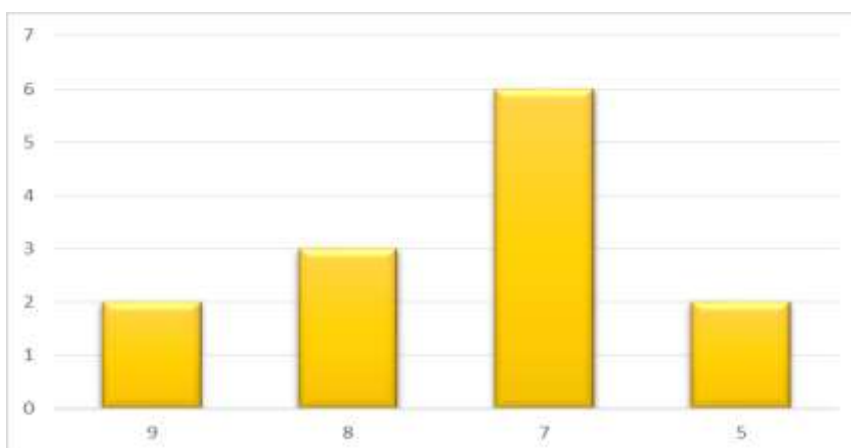


Fonte: O Autor

É possível através do gráfico notar que referente à usabilidade, o sistema poderia ser mais objetivo, melhor navegável e mais intuitivo para alcançar os objetivos propostos pelo professor. Outro aspecto do sistema explorado pelas questões foi a interface gráfica.

Na **Figura 24** é possível visualizar o número de participantes e suas respectivas notas referentes à interface gráfica do sistema. Ao analisar o gráfico é possível identificar que possíveis ajustes na interface gráfica da ferramenta poderiam ser feitos a fim de melhorar a experiência do aluno.

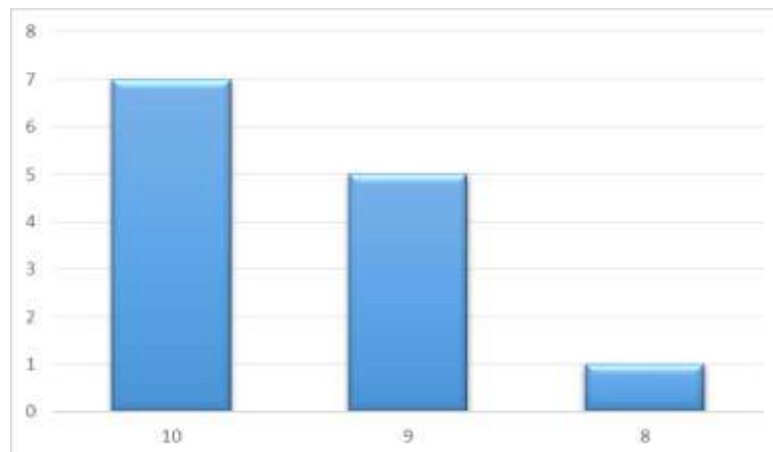
Figura 24 – Número de participantes x Percepção sobre a interface gráfica do sistema



Fonte: O Autor

A **Figura 25** a seguir apresenta um gráfico contendo os votos dos participantes quando questionados sobre o valor percebido da ferramenta. Tal valor é subjetivo e se torna difícil de analisar a sua causa específica, porém vários dos fatores anteriormente analisados somam na percepção geral sentida pelo sistema.

Figura 25 – Número de participantes x Valor percebido



Fonte: O Autor

As alternativas disponibilizadas ao usuário variam de 1, sendo muito baixo, até 10, altíssima. A partir do gráfico é possível concluir que na sua totalidade, os participantes perceberam o valor que a ferramenta pode trazer à abordagem prática e ao ensino de teoria de filas.

Após as questões referentes diretamente à ferramenta, os alunos foram abordados em relação à abordagem proposta e sua experiência durante a execução da mesma. A **Figura 26** a seguir apresenta estas questões.

Figura 26 – Questões referentes à melhorias na ferramenta e no modelo proposto

Considerando a proposta de ensino, o quão disposto você estaria de utilizá-la novamente?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Muito Indisposto Muito Disposto

Em sua opinião, o quão mais a abordagem prática agrega em detrimento ao ensino convencional?

1 2 3 4 5

Muito Pouco Demais

O quão motivado você se sentiu para alcançar o objetivo proposto utilizando a abordagem prática?

1 2 3 4 5

Muito Pouco Demais

O cenário competitivo agregou para a experiência da abordagem?

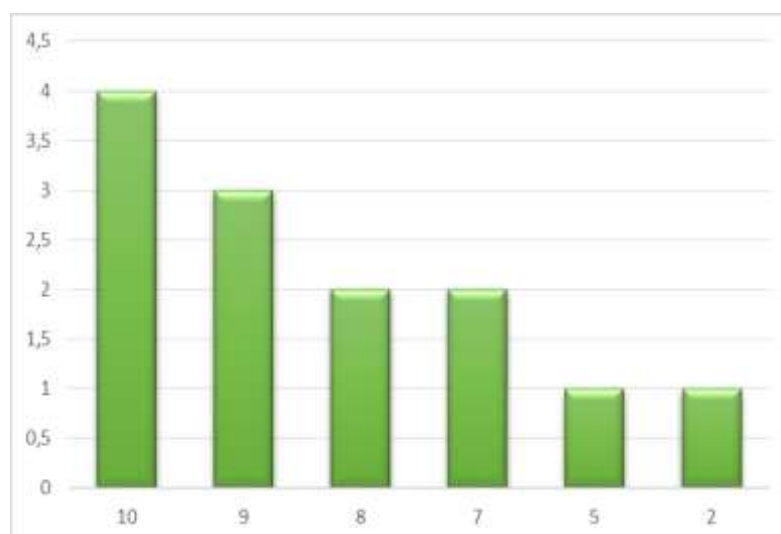
1 2 3 4 5

Muito Pouco Demais

Fonte: O Autor

Em relação à proposta de ensino, questionou-se ainda a disposição dos participantes sobre utilizá-la novamente em aula. O gráfico apresentado na **Figura 27** apresenta as respostas dos alunos.

Figura 27 – Número de participantes x Disposição para utilizar a abordagem novamente

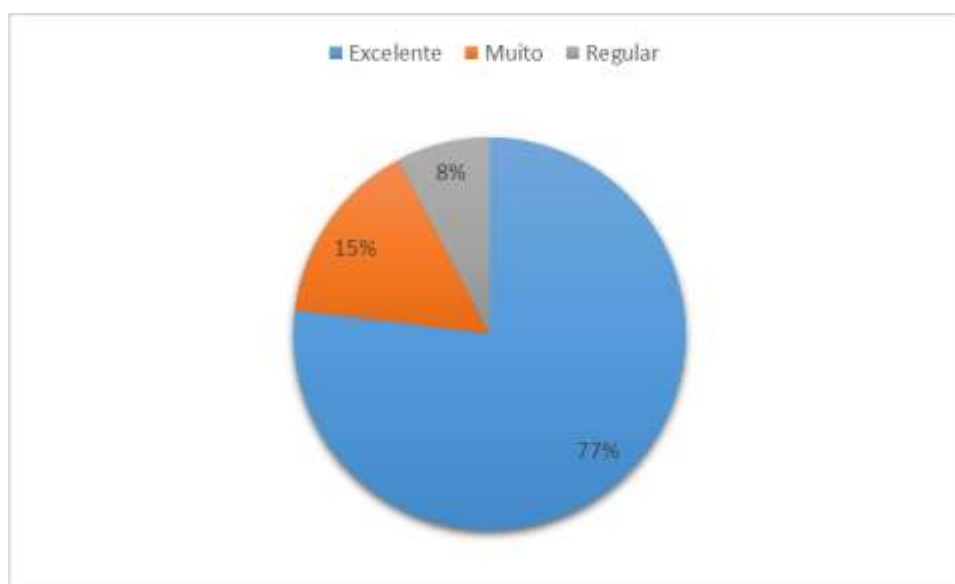


Fonte: O Autor

Conforme as respostas do gráfico acima, as quais poderiam ser selecionadas de 1 a 10, sendo 1 uma disposição muito baixa de reutilização e 10 uma disposição alta, cerca de 69% dos participantes responderam positivamente à reutilização da abordagem no auxílio em aula.

No que se refere à proposta de ensino utilizando um cenário competitivo e uma ferramenta de auxílio, questionou-se o quanto mais a abordagem prática agrega, em detrimento do ensino convencional. As respostas do questionário variam de 1 a 5, respectivamente significando de muito pouco à excelente. A **Figura 28** seguinte demonstra as respostas obtidas.

Figura 28 – Abordagem prática agrega no ensino convencional

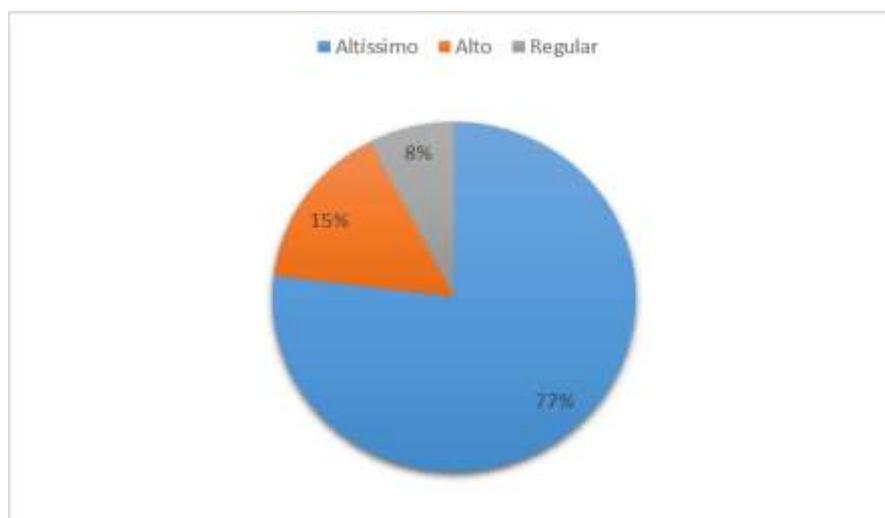


Fonte: O Autor

Através do gráfico demonstrado pela **Figura 28**, é possível observar que a grande maioria dos alunos participantes da pesquisa veem a abordagem prática como útil no ensino da disciplina.

Vale ainda ressaltar que a abordagem prática não visa substituir as aulas expositivas teóricas ou didáticas utilizadas atualmente pelo professor, porém é válida a sua utilização em conjunto com o modelo convencional.

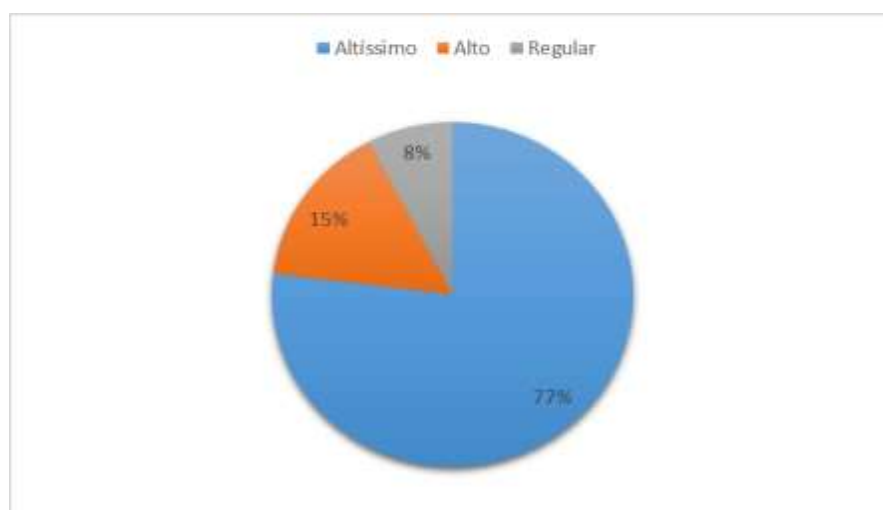
Seguindo o questionário, foi perguntado aos participantes sobre seu nível de motivação de alcançar os objetivos propostos pelo professor durante a dinâmica aplicada. A **Figura 29** seguir apresenta as respostas dos participantes sobre seu nível de motivação.

Figura 29 – Nível de motivação para chegar no objetivo proposto

Fonte: O Autor

Em relação aos níveis de motivação dos participantes, se agregados os níveis altíssimos e altos de motivação, observa-se que 92% dos alunos que responderam o questionário tiveram uma boa motivação durante o período de aplicação da abordagem prática.

A fim de agregar o aspecto motivacional à aplicação, um grande aliado é o viés competitivo que foi implementado na ferramenta. Questionados sobre o quão importante o cenário competitivo foi para a abordagem proposta, os participantes avaliaram positivamente sua existência. O gráfico com a distribuição das respostas desta questão são visíveis na **Figura 30** abaixo.

Figura 30 – O cenário competitivo agregou para a abordagem prática?

Fonte: O Autor

Por fim, os alunos foram questionados com perguntas mais abertas, a fim de melhor captar suas opiniões referentes à abordagem e à ferramenta proposta. A **Figura 31** abaixo apresenta estas questões.

Figura 31 – Questões referentes à melhorias na ferramenta e no modelo proposto

Quais melhorias você acha importante que a versão final do produto tenha?

Qual o ponto mais positivo da ferramenta?

Qual o ponto mais negativo da ferramenta?

Há alguma outra consideração que deseja fazer?

Fonte: O Autor

A primeira delas perguntou quais seriam as melhorias importantes que a versão final do produto deveria conter. Dentre as respostas mais comuns, é possível ver os seguintes pontos como ideias de melhorias para o sistema:

- mais textos explicativos e de ajuda na interface;
- acesso à tela de simulação após uma simulação prévia ter ocorrido pode ser mais intuitivo;
- salvar os melhores resultados pessoais.

Além dessas melhorias específicas para a aplicação cliente, também foi sugerido que a visualização dos *rankings*, o qual pertence ao sistema administrador, possa também ser acessível ao sistema cliente.

Ainda sobre melhorias, questionou-se os pontos positivos e negativos da ferramenta aos participantes. Dentre os pontos positivos, foram citados os seguintes:

- visualização de simulações de forma rápida;
- layout;
- facilidade de realizar simulações;
- visualização de desempenho de um modelo previamente criado;
- possibilidade de testar simulações com diferentes configurações;
- o *ranking*, pois cria um espírito competitivo, que mantém a atenção do aluno e incentiva o uso da ferramenta.

Através desses comentários, percebe-se que a ferramenta foi eficaz em proporcionar um espaço de testes ao aluno onde o mesmo pode simular seus cenários de forma rápida, podendo fazer alterações no modelo conforme recebe os resultados da simulação.

Entretanto, alguns pontos negativos foram levantados por alguns alunos. Abaixo estão listados os pontos negativos levantados na pesquisa:

- muitas telas para realizar a simulação;
- dificuldade no entendimento da ferramenta;
- falta de histórico de simulações;
- falta de acompanhamento do que ocorreu durante a simulação;
- inexistência de textos de ajuda para explicar como cada parâmetro influencia o resultado final da simulação.

Devido aos pontos levantados e citados acima, é importante para versões futuras da aplicação repensar o método de entrada dos parâmetros de simulação e visualização de resultados, uma vez que estas seções do sistema são utilizadas continuamente durante o processo prático. Tendo um histórico das modificações feitas durante as simulações pode ser uma função muito útil, tanto a nível de aprendizagem para o aluno, assim como também para entender quais configurações levaram os usuários obterem os resultados da simulação.

Ainda, é importante rever metodologias mais didáticas e pensar na inserção de textos auxiliares na aplicação. Tal mudanças não apenas ajudariam o usuário entender melhor as consequências de alterar determinados parâmetros da simulação, como também traria uma

dinâmica de aprendizado dentro do sistema, podendo rever conteúdos vistos em aula de forma mais prática durante a utilização do sistema.

Outras funcionalidades referentes à área de simulação poderiam ser agregadas na solução, como um passo a passo, onde o aluno poderia analisar como a fila está se comportando durante o processo de simulação. Tal função ajudaria o usuário a entender melhor como as diferentes políticas de fila, assim como distribuições inseridas agem sobre o cenário de simulação.

Por fim, através das respostas, em sua maioria positivas, é possível verificar que a abordagem prática em conjunto de uma ferramenta de utilização podem ser viáveis fontes de auxílio do professor durante os estudos de teoria de filas.

No entanto, devido ao contexto do trabalho não prever a análise da retenção dos conteúdos vistos em aula e durante a abordagem prática, não é possível afirmar que a aplicação da metodologia oferecida por este trabalho terá efetividade em uma turma de ADS. Apesar disso, sua viabilidade e percepção por conta dos alunos participantes deste estudo é, em sua maioria, favorável à utilização da abordagem prática como auxílio no ensino de teoria de filas na disciplina de ADS.

7 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi desenvolvido uma ferramenta capaz de auxiliar alunos e professores no estudo dos aspectos que envolvem a teoria de filas, os quais são estudados na disciplina de ADS no curso de graduação em ciências da computação da universidade Feevale. Através dele, foi possível verificar formas de melhorar o ensino de teoria de filas a partir de uma abordagem prática, a fim de tornar o aprendizado da disciplina mais interessante e dinâmica aos alunos.

Sendo um sistema de auxílio ao aprendizado, a solução promove a familiarização dos estudantes com o conteúdo e com situações adversas que podem ser exploradas com facilidade e rapidez devido à tecnologia empregada.

Portanto deve-se ressaltar que a solução proposta não visa ensinar a teoria de filas aos alunos e que de forma alguma pretende substituir as aulas expositivas e leituras convencionais. Ao contrário, endossa a importância que estas possuem na formação do conhecimento, entretanto a prática serve como auxílio tanto ao professor em sua didática quanto ao aluno no entendimento do conteúdo previamente visto.

A fim de melhorar a eficácia da didática do professor, o nível de interesse dos alunos se torna em um fator importante durante as atividades exercidas. Por isso, a solução desenvolvida visou o aumento da motivação dos alunos frente ao conteúdo de teoria de filas estudado previamente, assim como os níveis de engajamento dos alunos durante a abordagem prática proposta.

Ainda foi possível observar durante o trabalho que a existência de metodologias de cunho prático possibilitam a seus usuários explorar os elementos de teoria de filas vistos em aula, impossível em ambientes puramente expositivos.

Ao aplicar a abordagem prática na turma de ADS, os alunos participantes da experiência foram submetidos à um questionário a fim de avaliar se a solução proposta seria útil para seu aprendizado de teoria de filas. A partir dos resultados coletados do questionário feito aos participantes da abordagem prática, pode-se avaliar positivamente a abordagem proposta.

A ferramenta desenvolvida também recebeu avaliações muito positivas, assim como a didática aplicada aos alunos. Foi ainda possível compreender que o aspecto competitivo

pode agregar positivamente nos níveis de interesse dos alunos durante o engajamento das atividades propostas, segundo os resultados da pesquisa.

Também, através da pesquisa, identificou-se melhorias e sugestões voltadas à ferramenta e à didática aplicada. Tais melhorias vão desde layout até usabilidade da aplicação e devem ser endereçadas em trabalhos futuros para melhorar a experiência do usuário da solução.

É possível concluir que o objetivo deste trabalho foi alcançado, através do desenvolvimento da ferramenta e da aplicação da abordagem prática na turma de ADS. As respostas obtidas pelo questionário demonstram uma motivação alta dos alunos durante o uso da ferramenta. De igual forma os níveis de interesse e engajamento se demonstraram muito altos, satisfazendo o objetivo proposto por este projeto.

Desta forma, acredita-se que a metodologia proposta por este trabalho pode ser aplicada em turmas futuras de ADS a fim de dinamizar as aulas e aumentar o interesse dos alunos no assunto.

Através desta abordagem, os alunos da disciplina de ADS puderam perceber o valor da abordagem prática, a fim de pôr em prática os conhecimentos obtidos através de aulas expositivas de teoria de filas previamente atendidas. Ao professor, o ganho está no nível de interesse dos alunos no conteúdo sendo trabalhado, uma vez que a partir da solução prática, seus alunos podem consolidar as informações aprendidas durante a exposição teórica.

É importante ressaltar que não se pode afirmar que a aplicação da abordagem proposta melhora os níveis de retenção e entendimento do conteúdo, já que para tanto deveriam ser feitos estudos a longo prazo e fora do contexto deste trabalho. Tal aspecto pode ser também considerado no futuro, assim como a expansão do escopo da ferramenta para atender mais funcionalidades sugeridas no questionário.

No estado atual, a ferramenta possui limitações a nível de cenários capazes de serem explorados pelos alunos, assim como cenários diferentes desejados pelo professor. Trabalhos futuros podem explorar tais limitações a fim de melhorar a experiência do aluno, assim como as funcionalidades disponíveis pela aplicação.

REFERÊNCIAS

- BELL, R. L.; TRUNDLE, K. C. The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 3, p.346–372, 2008.
- BEZ, Marta R. **Construção de um modelo para o uso de simuladores na implementação de métodos ativos de aprendizagem nas escolas de Medicina**. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- BLAKE, C.; SCANLON, E. Reconsidering simulations in science education at a distance: features of effective use. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 23, n. 6, p.491–502, 2007.
- CARPENTER, Shana K.; PLASHER, Harold; CEPEDA, Nicholas J. **Using Tests to Enhance 8th Grade Students' Retention of U.S. History Facts**. Applied Cognitive Psychology, 2008.
- DETERDING, Sebastian. **Gamification: Designing for Motivation**. Interactions, 2012.
- DUNLOSKY, John; RAWSON, Katherine A.; MARSH, Elizabeth J.; NATHAN, Mitchell J.; WILLINGHAM, Daniel T. **Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology**. Association for Psychological Science, 2013.
- FREEMAN, S. et al. **Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014.
- GROSS, D. et al. **Fundamentals of Queueing Theory**. Nova Iorque, v. 4, 2008.
- HAWKINS, D. **Identification of Outliers**. Chapman and Hall, Londres, 1980.
- IB (International Baccalaureate). Abril de 2013. **Diploma Programme: Theory of knowledge guide**. <http://www.holyheart.ca/wp-content/uploads/2013/09/ToK2015onwards.pdf>. Acesso em 30 de Outubro de 2016.
- JONG, T.; JOOLINGEN, W. R. Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. **Review of Educational Research**, v. 68, n. 2, p.179–201, 1998.
- LAURILLARD, Diana. **Rethinking University Teaching: A Conversational Framework for the Effective Use of Learning Technologies**, Routledge, v. 2, 2001
- LAW, Averill M; KELTON, David W. **Simulation Modeling and Analysis**. McGraw-Hill, v. 3, 2000.
- LEMONS, Noah. **An Introduction to the Theory of Knowledge**, Cambridge, 2007.

MCARTHY, J. Patrick; ANDERSON, Liam. **Active Learning Techniques Versus Traditional Teaching Styles: Two Experiments from History and Political Science**, Innovative Higher Education, v. 24, n. 4, 2000.

OED Online. **Oxford English Dictionary**. Disponível em: <http://dictionary.oed.com>. 2006. Acesso em: 20 Abril. 2014.

OSHEIM, Darcy E. **This Could Be A Game!":Defining Gamification for the Classroom**, SJSU ScholarWorks, 2013.

REED, John H. **Experiential Learning Enters the Eighties**, v. 7, 1980.

RUBEN, Brent D. **What students remember: Teaching, learning and human communication**, Quality in higher education, New Brunswick, NJ: Transaction Books, p. 189-200.

RUBEN, Brent D. **Simulations, Games, and Experience-Based Learning: The Quest for a New Paradigm for Teaching and Learning**, Simulation & Gaming, v. 30, n. 4, 1999.

RUTEN, N.; JOOLINGEN, W. R.; VEEN, J. T. **The learning effects of computer simulations in Science education**. Computer & Education, v. 58, n. 1, p.136-153, 2011.

THORNDIKE, E. L. **The principles of teaching based on psychology**. New York, 1906.

WERNER, Blum; FERRI, Rita B. **Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt?** Journal of Mathematical Modelling and Application, 2009.

ANEXO I – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO REFERENTE À ABORDAGEM PROPOSTA E FERRAMENTA DESENVOLVIDA

Timestamp	Qual o seu nível de satis	Qual o nível de interesse	Usabilidade	Valor percebido
19/10/2016 21:41:38	9	10	7	10
19/10/2016 21:48:42	8	7	7	9
19/10/2016 21:49:23	10	9	8	10
19/10/2016 21:49:58	10	10	4	10
19/10/2016 21:50:50	9	8	9	9
19/10/2016 21:53:21	7	7	5	10
19/10/2016 21:53:48	10	8	9	10
19/10/2016 21:54:12	8	10	7	9
19/10/2016 21:54:20	8	9	10	8
19/10/2016 21:54:47	8	5	8	10
19/10/2016 21:55:36	7	2	9	10
19/10/2016 21:56:41	8	8	8	9
19/10/2016 22:07:45	9	8	8	9
Interface Gráfica	Considerando a proposta de ensino, o quão disposto você estaria de utilizá-la novamente?			
7				10
7				8
7				10
5				5
9				10
7				7
8				9
9				8
7				10
8				7
5				2
8				9
7				9
Em sua opinião, o quão mais a abordagem prática agrega em detrimento ao ensino convencional? O quão motivado você se sentiu para alcançar o objetivo proposto utilizando a abordagem prática?				
	5			5
	4			4
	5			5
	3			3
	5			5
	5			5
	5			5
	5			5
	5			5
	5			5
	5			5
	4			5
	5			5
	5			5
	5			5
	5			4

O cenário competitivo agregou para a experiência da abordagem?
5
5
5
3
5
5
5
4
5
5
5
5
5
5
5
5
5

Quais melhorias você acha importante que a versão final do produto tenha?

Mais textos explicativos e de ajuda na interface

Acho que poderia ser mais fácil realizar uma nova simulação, é necessário passar em várias telas. Seria interessante visualizar os dados já testados, tipo um histórico. Salvar os melhores resultados

Melhorar a usabilidade do sistema

Ranking considerar o tempo de utilização

Dicas em tela sobre os parâmetros.

Melhorias na interface

N/A

Adicionar a possibilidade de pôr um N número de filas e servidores

- Melhorar interface gráfica, apressar a simulação após uma execução não é intuitivo
- O ranking poderia aparecer para os participantes também, prevendo grupos em ambientes distribuídos
- Histórico das tentativas para o usuário, verificando variações realizadas e resultados obtidos.

Qual o ponto mais positivo da ferramenta?

Visualizar as simulações de forma rápida

O layout e a facilidade de realizar a simulação.

Dinamica

Visualizar o desempenho de um modelo criado.

Formato de game

Facilidade de uso.

Possibilita fazer mais rapidamente os testes com diferentes configurações.

A possibilidade de calibrar a simulação

N/A

- Ter o ranking cria o espirito competitivo, que mantém a atenção ao aluno e incentiva a utilização da ferramenta.

Qual o ponto mais negativo da ferramenta?
Ela ordena levando em conta o tempo de espera e depois o tempo de utilização, as vezes o contrário seria bom tbm.
Muitas telas para realizar a simulação
Nada a declarar
Usuário demora a entender como funciona a ferramenta.
Falta de histórico de simulações
falta de um gráfico para verificar oque ocorreu na simulação
N/A
- Poderia ter alguma forma de ajuda/texto/hint que indicasse como cada parâmetro pode influenciar no resultado. Talvez uma seção mais didática, explicando o funcionamento do simulador.
Há alguma outra consideração que desejas fazer?
Usuário normal conseguir ver o ranking
Parabéns ao colega que teve esta ideia, ótima aplicação para fazermos diversas simulações.
melhorar a interface para ser um pouco mais intuitiva na simulação
N/A
A relevância e contribuição da proposta fica clara, o que é positivo. Pra complementar a ferramenta, incluir uma área sobre os desenvolvedores, contato e origem da ferramenta! Parabéns pelo trabalho!

ANEXO II – TRECHO DE CÓDIGO RESPONSÁVEL PELA SIMULAÇÃO

```
def simulate(request, group_name):
    group = Grupo.objects.get(nome=group_name)

    d = dispatcher.Dispatcher(group.id)

    s = simulator.Simulator(d)

    s.buildArrivals()
    s.buildProcess()
    print("Processes done")

    while d.attended < d.total:
        print("ATTEND", d.attended, d.total)
        d.takt()
        d.next()

    print("Waiting Time", d.time)

    jsonResult = d.writeResults()

    return HttpResponse(jsonResult, content_type='application/json')
```

```
class Simulator:

    def __init__(self, dispatcher):
        self.dispatcher = dispatcher
        self.grupo = self.dispatcher.grupo

    def buildArrivals(self):

        queueQty = SimQueue.objects.filter(grupo=self.grupo).count()

        for queue in range(queueQty):

            oFila =
SimQueue.objects.filter(grupo=self.grupo)[:queueQty][queue]

            if int(oFila.distribution) == Distribution.normal.value:
                lSimTempoChegada = np.random.normal(oFila.average,
oFila.stdDev, oFila.n)
            elif int(oFila.distribution) == Distribution.exponencial.value:
                lSimTempoChegada = np.random.exponential(oFila.average,
oFila.n)

            lSimTempoChegada = [int(abs(k)) for k in lSimTempoChegada]

            lSimPriorities = np.random.randint(QueuePriority.alta.value,
QueuePriority.baixa.value + 1, oFila.n)

            oSimFila = fila.Queue(oFila.id, lSimTempoChegada,
self.dispatcher)

            self.dispatcher.addQueue(oSimFila)

            for arrival in range(oFila.n):
                if arrival == 0:
                    self.dispatcher.arrivals.setdefault(oFila.id,
[]).append(lSimTempoChegada[0])
```

```

        elif arrival > 0:

self.dispatcher.arrivals[oFila.id].append(lSimTempoChegada[arrival] +
self.dispatcher.arrivals[oFila.id][arrival - 1])

        self.dispatcher.priorities.setdefault(oFila.id,
[]) .append(lSimPriorities[arrival])

    def buildProcess(self):

        processQty = SimServer.objects.filter(grupo=self.grupo).count()

        arrivalQty =
SimQueue.objects.filter(grupo=self.grupo).aggregate(Sum('n'))['n__sum']

        for server in range(processQty):

            oServidor =
SimServer.objects.filter(grupo=self.grupo)[:processQty][server]

            if int(oServidor.distribution) == Distribution.normal.value:
                lSimTempoProcesso = np.random.normal(oServidor.average,
oServidor.stdDev,
math.ceil(arrivalQty/SimServer.objects.filter(grupo=self.grupo).count()))
            elif int(oServidor.distribution) ==
Distribution.exponencial.value:
                lSimTempoProcesso =
np.random.exponential(1/oServidor.average,
math.ceil(arrivalQty/SimServer.objects.filter(grupo=self.grupo).count()))

            for k in range(len(lSimTempoProcesso)):

                process = int(abs(lSimTempoProcesso[k]))

                if process == 0:
                    lSimTempoProcesso[k] = process + 1
                else:
                    lSimTempoProcesso[k] = process

            oSimServer = servidor.Server(oServidor.id, lSimTempoProcesso,
oServidor.discipline, self.dispatcher, len(lSimTempoProcesso))

            self.dispatcher.addServer(oSimServer)

```