



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

PEDRO TEIXEIRA DE ARAUJO

**FCTOOL: UMA FERRAMENTA PARA A GERAÇÃO DE ROTEIROS ADAPTATIVOS
DE AULAS INVERTIDAS DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS**

FORTALEZA

2019

PEDRO TEIXEIRA DE ARAUJO

FCTOOL: UMA FERRAMENTA PARA A GERAÇÃO DE ROTEIROS ADAPTATIVOS DE
AULAS INVERTIDAS DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

Dissertação apresentada ao Curso de do
Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação do Centro de Ciências da Universi-
dade Federal do Ceará, como requisito parcial
à obtenção do título de mestre em Ciência da
Computação. Área de Concentração: Sistemas
de Informação

Orientador: Prof. Dr. Windson Viana de
Carvalho

FORTALEZA

2019

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)

- A69f Araujo, Pedro Teixeira de.
FCTOOL: uma ferramenta para a geração de roteiros adaptativos de Aulas Invertidas de Sistemas Distribuídos / Pedro Teixeira de Araujo. – 2019.
102 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho.
1. Sala de Aula Invertida. 2. Sistemas Distribuídos. 3. Aprendizagem Adaptativa. 4. Linhas de Produto de Documentos. I. Título.

CDD 005

PEDRO TEIXEIRA DE ARAUJO

FCTOOL: UMA FERRAMENTA PARA A GERAÇÃO DE ROTEIROS ADAPTATIVOS DE
AULAS INVERTIDAS DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

Dissertação apresentada ao Curso de do
Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação do Centro de Ciências da Universi-
dade Federal do Ceará, como requisito parcial
à obtenção do título de mestre em Ciência da
Computação. Área de Concentração: Sistemas
de Informação

Aprovada em: 22/11/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Flávio Rubens de Carvalho Souza
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Aires de Castro Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nabor das Chagas Mendonça
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

À minha família, pelo constante apoio e incentivo em todas as empreitadas as quais me proponho. Mãe e pai, vocês são verdadeiros exemplos de dedicação ao lar.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Deus, pelo dom da vida e pela esperança de que as coisas estão sempre ficando melhores.

Aos meus pais, Raimundo e Ineusi, pela constante presença e cuidados minuciosos em todos os momentos da nossa vida. Pela tranquilidade e paz repassadas no apoio incondicional.

Aos meus irmãos, Diego e Aline, pelo companheirismo nas noites viradas, nos finais de semana de estudo e na vida.

À minha namorada, Natália Thaís, pelo carinho e cuidado constantes na convivência diária e pela compreensão nos momentos de estresse e ausências necessárias.

Ao meu orientador, Windson Viana, que mais que um guia acadêmico, foi um verdadeiro amigo durante o percurso deste mestrado. A confiança e a tranquilidade depositadas foram essenciais para a condução deste trabalho.

Aos meus amigos do "*Little*"*Great* por todos os excelentes momentos compartilhados, aprendizados transmitidos e por todas as esfihas de comemoração das conquistas.

Ao Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR), em especial à Diretoria de Sistemas de Informações (DISIN), pelo apoio para a participação e apresentação de artigo no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.

A todos os estudantes e professores das disciplinas de Sistemas Distribuídos que participaram das avaliações conduzidas neste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro em forma de bolsa de mestrado.

Aos componentes da banca de defesa deste mestrado, pelo tempo dedicado e considerações realizadas sobre o trabalho.

"Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatisados pelo mundo."

(Paulo Freire)

RESUMO

Nos cursos da área da Computação, ensinar a disciplina de Sistemas Distribuídos (SD) apresenta muitos desafios, relacionados, principalmente, ao conhecimento prévio dos alunos. Metodologias Ativas, como a Aprendizagem Adaptativa e Sala de Aula Invertida, já se mostram efetivas na melhoria de processos de ensino-aprendizado em disciplinas que compartilham contextos semelhantes a esse de SD. A utilização em conjunto dessas abordagens faz com que os alunos possam explorar os conteúdos de maneira adaptável, sem deixar de atender aos objetivos da aula, definidos pelo professor. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta a concepção e desenvolvimento de uma ferramenta baseada no conceito de Linha de Produtos de Documentos para a geração de roteiros de estudos adaptáveis, chamada *Flipped Classroom Tool* (FCTOOL). Essa solução computacional foi concebida para auxiliar a condução de Aulas Invertidas, com ênfase nos momentos de preparação da aula e entrega de materiais personalizados para os estudantes. A avaliação de FCTOOL foi feita em duas perspectivas: professores e alunos. Participaram desse estudo 26 alunos e 2 professores. Na perspectiva dos professores, a utilidade e facilidade de uso da ferramenta foram avaliados por dois docentes. Os resultados mostram que ambos os docentes aprovaram o uso da ferramenta para as aulas de Sistemas Distribuídos. Já na perspectiva dos alunos, os resultados colhidos mostram que a maior parte dos alunos avaliaram positivamente a abordagem proposta e se sentiram motivados em relação às aulas invertidas com roteiros personalizados. Além disso, o uso de FCTOOL para a adaptação de conteúdos não causou impactos negativos para o ganho de conhecimento dos alunos. Este trabalho apresenta a concepção e desenvolvimento de um modelo de Aulas Invertidas Adaptativas apoiado por uma ferramenta computacional. As principais características do modelo desenvolvido, assim como os detalhes da ferramenta FCTOOL são explicitados neste trabalho.

Palavras-chave: Sistemas Distribuídos. Aprendizagem Adaptativa. Sala de Aula Invertida. Linha de Produto de Documentos. FCTOOL.

ABSTRACT

In the computer courses, teaching Distributed Systems (DS) presents many challenges, mainly related to the students' heterogeneous prior knowledge. Active methodologies, such as Adaptive Learning and Flipped Classroom, are already effective in improving teaching-learning processes in courses that share similar contexts to DS. Using these approaches together could enable students to explore content adaptively while meeting the professor's goals. In this context, this work presents the design and development of a web-tool for the generation of customised study scripts. We call it the Flipped Classroom Tool (FCTOOL). This tool applies some concepts of the Document Product Lines, and it is designed to assist with conducting Flipped Classes. FCTOOL focuses on the class preparation time and delivery of custom materials to students. The FCTOOL assessment was conducted from two perspectives: professors and students. Twenty-six students and two professors participated in this study. From the professors' perspective, acceptance of methodology and ease of use of the tool were evaluated by two professors. The results show that both educators approved the use of the FCTOOL for Distributed Systems classes. From the students' perspective, the results show that most students positively evaluated the proposed approach and felt motivated about Flipped Classes with Adaptive Learning techniques. Also, the use of FCTOOL for content adaptation did not negatively impact students' knowledge gain. This paper presents the conception and development of an Adaptive Flipped Classes model supported by a computational tool. The main features of the developed model, as well as the details of the FCTOOL tool are explained in this work.

Keywords: Distributed Systems. Adaptive Learning. Flipped Classroom. Document Product Line. FCTOOL.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo iterativo do DCU.	19
Figura 2 – Etapas da Pesquisa de Mestrado.	20
Figura 3 – Sala de aula invertida.	24
Figura 4 – Características de Aula Invertida	25
Figura 5 – Trilhas de aprendizagem adaptativas.	27
Figura 6 – Notação de Diagramas de <i>Features</i>	30
Figura 7 – Tríade utilizada para adaptação do sistema.	32
Figura 8 – Modelo de Aula Invertida Adotado	37
Figura 9 – Tempo de Ensino dos Professores.	41
Figura 10 – Quantidade de Aulas Práticas na Disciplina.	41
Figura 11 – Dificuldades dos Estudantes.	42
Figura 12 – Configuração de Arquivos pelo Professor	46
Figura 13 – Envio dos Roteiros Personalizados	47
Figura 14 – <i>Menu</i> Customizado Inserido no Google Docs	48
Figura 15 – Tabela para Função "FC:mandatory"	49
Figura 16 – Tabela para Função "FC:itemBased"	49
Figura 17 – Tabela para Função "FC:scoreBased"	50
Figura 18 – Tabela para Função "FC:alternativeItemBased"	51
Figura 19 – Tabela para Função "FC:alternativeScoreBased"	51
Figura 20 – Tabela para Função "FC:booleanItemBased"	52
Figura 21 – Tabela para Função "FC:conjunction"	52
Figura 22 – Tabela para Função "FC:disjunction"	53
Figura 23 – Uso da Marcação itemBased	56
Figura 24 – Uso da Marcação mandatory	56
Figura 25 – Uso da Marcação booleanItemBased	57
Figura 26 – Uso da Marcação scoreBased	57
Figura 27 – Código para Escolha da Função de Adaptação	59
Figura 28 – Inserção de Conteúdos de Outros Documentos	59
Figura 29 – Diagrama de <i>Feature</i> de Interoperabilidade.	69
Figura 30 – Diagrama de <i>Features</i> de MQTT.	70
Figura 31 – Diagrama de <i>Features</i> de Sockets.	71

Figura 32 – Diagrama de <i>Features</i> de <i>Blockchain</i>	71
Figura 33 – Possíveis Trilhas de Aprendizagem - Interoperabilidade	73
Figura 34 – Possíveis Trilhas de Aprendizagem - MQTT	74
Figura 35 – Possíveis Trilhas de Aprendizagem - <i>Socket</i>	75
Figura 36 – Possíveis Trilhas de Aprendizagem - <i>Blockchain</i>	76
Figura 37 – Avaliação geral das perguntas	77
Figura 38 – Respostas para Pergunta P1	78
Figura 39 – Respostas para Pergunta P2	79
Figura 40 – Respostas para Pergunta P3	79
Figura 41 – Respostas para Pergunta P4	80
Figura 42 – Respostas para Pergunta P5	80
Figura 43 – Desempenho dos Alunos nas aulas Interoperabilidade e <i>Sockets</i>	82
Figura 44 – Desempenho dos Alunos na Aula de <i>Blockchain</i>	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Trabalhos Relacionados	33
Tabela 2 – Avaliação de Utilidade	64
Tabela 3 – Avaliação da Facilidade de Uso	65
Tabela 4 – Módulos Subsidiários (Interoperabilidade)	73
Tabela 5 – Módulos Subsidiários (MQTT)	74
Tabela 6 – Módulos Subsidiários (<i>Socket</i>)	75
Tabela 7 – Módulos Subsidiários (Blockchain)	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DCU	Design Centrado no Usuário
DPL	<i>Document Product Line</i>
FCTOOL	<i>Flipped Classroom Tool</i>
GAS	<i>Google App Script</i>
IFCE	Instituto Federal do Ceará
IOT	<i>Internet of Things</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
MDCC	Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
SD	Sistemas Distribuídos
SMD	Sistemas e Mídias Digitais
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
UFC	Universidade Federal do Ceará
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
YAML	<i>YAML Ain't Markup Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Motivação e Questão de Pesquisa	17
1.2	Objetivos	17
<i>1.2.1</i>	<i>Objetivo geral</i>	<i>17</i>
<i>1.2.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>17</i>
1.3	Metodologia	18
<i>1.3.1</i>	<i>Etapas da Pesquisa</i>	<i>19</i>
1.4	Organização da Dissertação	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS	22
2.1	Fundamentação Teórica	22
<i>2.1.1</i>	<i>Ensino de Sistemas Distribuídos</i>	<i>22</i>
<i>2.1.2</i>	<i>Sala de Aula Invertida</i>	<i>24</i>
<i>2.1.3</i>	<i>Aprendizagem Adaptativa</i>	<i>26</i>
<i>2.1.4</i>	<i>Linhas de Produto de Documentos</i>	<i>29</i>
2.2	Trabalhos Relacionados	31
2.3	Conclusão	34
3	MODELO DE AULA INVERTIDA UTILIZADO	35
3.1	Estratégias Pedagógicas Utilizadas	35
3.2	Etapas da Aula Invertida	36
3.3	Roteiro de Estudos Adaptados	37
<i>3.3.1</i>	<i>Aspectos de Aprendizagem Adaptativa</i>	<i>38</i>
<i>3.3.1.1</i>	<i>Diferentes Materiais Didáticos</i>	<i>38</i>
<i>3.3.1.2</i>	<i>Caminhos de Aprendizagem Personalizáveis</i>	<i>39</i>
<i>3.3.1.3</i>	<i>Adaptação de Conteúdos por Conhecimentos Prévios</i>	<i>40</i>
3.4	Survey Sobre Ensino de Sistemas Distribuídos	40
<i>3.4.1</i>	<i>Contexto</i>	<i>40</i>
<i>3.4.2</i>	<i>Resultados</i>	<i>41</i>
<i>3.4.3</i>	<i>Discussão</i>	<i>42</i>
3.5	Conclusão	43
4	FERRAMENTA FCTOOL	44

4.1	Princípios de Design	44
4.2	Componentes da Ferramenta	45
4.3	Funções de Adaptação	47
4.4	Exemplo e Instruções de Uso	53
4.4.1	<i>Contextualização</i>	53
4.4.2	<i>Criação dos Arquivos da Ferramenta</i>	54
4.5	Aspectos de Programação	58
4.6	Limitações da Ferramenta	59
4.7	Conclusão	60
5	AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA	62
5.1	Objetivos da Avaliação	62
5.2	Avaliação com Professores	62
5.2.1	<i>Contexto</i>	62
5.2.2	<i>Materiais e Métodos</i>	63
5.2.3	<i>Procedimentos</i>	63
5.2.4	<i>Resultados</i>	64
5.2.5	<i>Discussão</i>	65
5.2.6	<i>Ameaças à Validade</i>	65
5.3	Avaliação com Alunos	66
5.3.1	<i>Contexto</i>	66
5.3.2	<i>Materiais e Métodos</i>	67
5.3.3	<i>Procedimento</i>	68
5.3.3.1	<i>Aula de Interoperabilidade</i>	68
5.3.3.2	<i>Aula de MQTT/Socket</i>	69
5.3.3.3	<i>Aula de Blockchain</i>	70
5.3.4	<i>Resultados</i>	72
5.3.4.1	<i>Avaliação dos Roteiros Gerados</i>	72
5.3.4.1.1	Roteiro de Interoperabilidade	72
5.3.4.1.2	Roteiro de MQTT	73
5.3.4.1.3	Roteiro de Sockets	74
5.3.4.1.4	Roteiro de Blockchain	75
5.3.4.2	<i>Avaliação das Aulas</i>	76

5.3.4.3	<i>Avaliação de Desempenho dos Alunos</i>	81
5.3.4.4	<i>Experimento Controlado na Aula de Blockchain</i>	82
5.3.5	<i>Discussão</i>	84
5.4	Ameaças à Validade	84
5.5	Conclusão	85
6	CONCLUSÃO	86
6.1	Contribuições e Resultados Alcançados	86
6.2	Limitações	87
6.3	Produção bibliográfica	88
6.4	Trabalhos futuros	88
	REFERÊNCIAS	90
	APÊNDICE A – TEMPLATE UTILIZADO EM EXEMPLO	93
	APÊNDICE B – EVALUATION FORM UTILIZADO EM EXEMPLO	95
	APÊNDICE C – SURVEY - ENSINO DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS	100
	APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS AULAS . . .	101

1 INTRODUÇÃO

O estudo e a aplicação de conceitos de Sistemas Distribuídos (SD) se tornam cada vez mais presentes em cursos da área da Computação, seja de forma direta, em uma disciplina específica, ou de forma indireta, em disciplinas que fazem uso de conceitos de Sistemas Distribuídos (HUNDT *et al.*,), como por exemplo, Internet das Coisas, Computação em Nuvem, Computação Ubíqua, *Deep Learning* ou *Big Data*. O ensino de Sistemas Distribuídos é desafiador tendo em vista que muitos conceitos apresentados na disciplina não são elementares (HUNDT *et al.*,). Novas abordagens de desenvolvimento de *software* são apresentadas aos alunos, que precisam possuir certos conhecimentos prévios oriundos de disciplinas, como Sistemas Operacionais, Lógica de Programação, Redes de Computadores, Programação Concorrente, etc.

A Aprendizagem Ativa é um tipo de abordagem em que o aluno interage com o assunto em estudo, sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor (BARBOSA; MOURA, 2013). No contexto de Aprendizagem Ativa, a abordagem de Sala de Aula Invertida defende que os alunos tenham contato e façam a análise do conteúdo em casa para, após isso, na sala de aula, compartilhem os conhecimentos adquiridos. Nessa abordagem, os alunos têm contato com os conteúdos em casa e realizam atividades de consolidação do conhecimento em sala de aula (BERGMANN; SAMS, 2012). Assim, a apresentação do conteúdo passa a ser feita de forma individual, geralmente por meio de roteiros de estudo, e as atividades práticas (e.g., simulações, programação de microprojetos, discussões) são realizadas de maneira colaborativa, durante o período da aula. Salas de Aula Invertida prezam por uma aprendizagem de forma ativa e colaborativa na sala, já que estudantes terão estudado o conteúdo em casa por meio do roteiro criado pelo professor. Esse tipo de aula muda o papel do professor de ator principal, passando para o aluno o protagonismo da aprendizagem. (KING, 1993).

Por outro lado, a estratégia de Sala de Aula Invertida pode ter seus efeitos reduzidos quando a qualidade do roteiro de estudos disponibilizado for baixa, pois influencia diretamente na participação efetiva dos alunos (DANTAS, 2015). Além disso, as habilidades do professor são essenciais. Neste contexto, é interessante destacar que o modelo de sala de aula invertida pode ser integrado com outras abordagens. Para uma apresentação dos conteúdos mais personalizada, pode ser utilizada também a estratégia de Aprendizagem Adaptativa, na qual os alunos têm acesso a um material mais adequado a seu perfil e conhecimentos prévios, ao invés de o professor determinar apenas um modo de estudo e um conteúdo unificado para toda a turma (DORÇA *et*

al., 2011). Essa abordagem leva em consideração as aptidões e conceitos pregressos de cada indivíduo. De acordo com (SETERS *et al.*, 2012): “Os sistemas de aprendizagem adaptativos consistem em múltiplos componentes, que juntos permitem que as instruções sejam adaptadas às necessidades de cada um dos alunos”.

Conceitos de Linha de Produto de Documentos foram aplicados na estruturação e geração de roteiros de estudo personalizados para os alunos na abordagem deste trabalho. Esses conceitos foram utilizados graças às características em comum que os roteiros adaptados compartilham entre si. Elementos-chave da aula eram comuns a todos os alunos, enquanto que alguns conteúdos variavam de acordo com os conhecimentos prévios dos discentes.

A pesquisa desenvolvida nesse mestrado orientou a concepção e desenvolvimento de uma ferramenta para o auxílio na produção roteiros para Aulas Invertidas e Adaptativas, denominada FCTOOL.

1.1 Motivação e Questão de Pesquisa

A questão de pesquisa central desta pesquisa de mestrado é: como conceber um modelo de suporte a roteiros adaptativos de Aulas Invertidas que contribua na aprendizagem de conceitos de Sistemas Distribuídos?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral, que guiou o desenvolvimento dessa pesquisa, foi conceber uma abordagem para adaptar roteiros de Aulas Invertidas de Sistemas Distribuídos, em função dos conhecimentos prévios dos estudantes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma ferramenta integrada a plataformas já usadas pelos professores, como o *Google GSuite*, para gerar roteiros adaptativos, a partir de respostas de questionários disponibilizados on-line.
- Criar exemplos de uso da abordagem de Aprendizagem Adaptativa para roteiros de Aulas Invertidas da disciplina de SD.

- Avaliar a aceitação e desempenho dos estudantes em relação à abordagem proposta.

1.3 Metodologia

Essa pesquisa pode ser caracterizada como exploratória e foi pautada na obtenção de dados quantitativos e qualitativos. Esse estudo segue a metodologia Design Centrado no Usuário (DCU). De acordo com (ALVES; BATTAIOLA, 2014), “O Design Centrado no Usuário pode ser definido como um projeto que possui foco, direcionamento e base nas questões relativas ao usuário. Ele é entendido como o projeto que direciona todo o processo realizado para confeccionar o produto ao atendimento das necessidades do usuário final (ROYO, 2008). Nesta perspectiva, têm-se um estudo ampliado dos contextos relacionados à utilização dos materiais.”

Nessa metodologia, o produto final é entregue de forma incremental, a execução do projeto se dá por meio de iterações e o usuário está presente avaliando o produto em desenvolvimento. Essa avaliação ocorre durante todas as etapas do projeto, desde sua concepção até a entrega final.

A Figura 1 apresenta as fases de um processo iterativo de um produto desenvolvido de acordo com o DCU. Após a fase de identificação da necessidade do projeto centrado no usuário, a análise do contexto e especificação das exigências orientam a produção de soluções para as necessidades identificadas. Essas etapas são executadas de forma contínua e cíclica, até que o produto seja concluído.

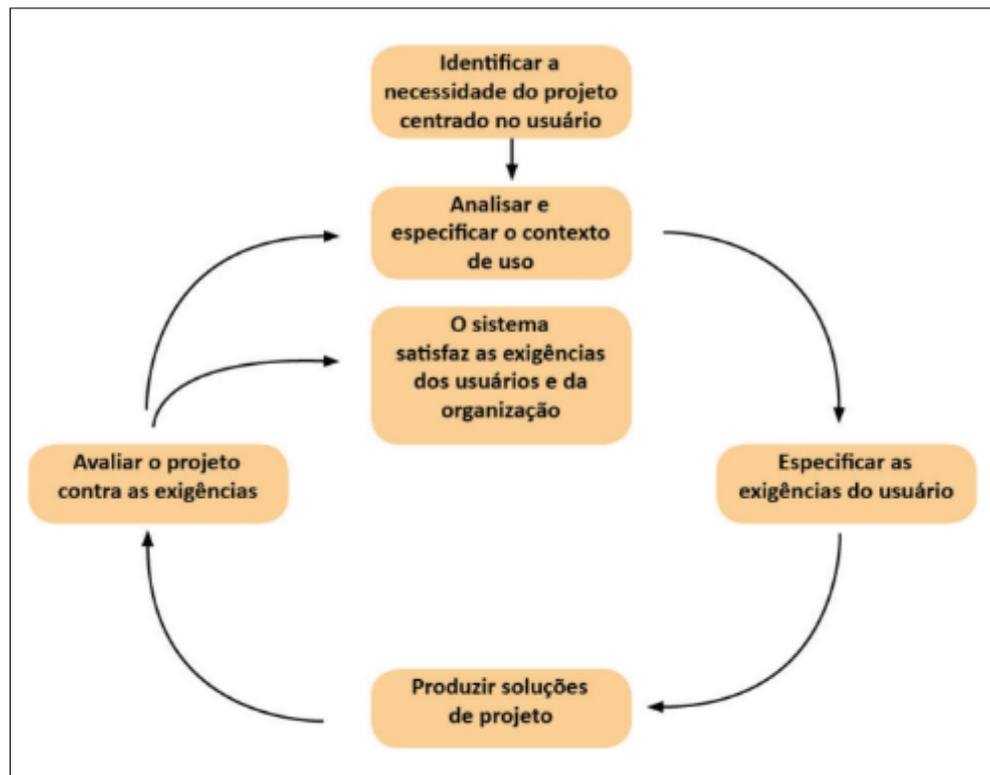
A característica cíclica dessa metodologia garante que as partes interessadas possam avaliar os resultados obtidos em todas as fases do projeto em desenvolvimento e emitir opiniões em fases iniciais do projeto.

A pesquisa executada neste mestrado envolveu tanto professores como alunos de Sistemas Distribuídos em três semestres (2018.1, 2018.2 e 2019.1). Assim, o contato com esses usuários finais ocorreu no decorrer de todo o desenvolvimento da pesquisa.

Outra abordagem utilizada foi um *survey* junto a professores brasileiros de Sistemas de Distribuídos. O objetivo foi enumerar os principais conteúdos ensinados na disciplina, as metodologias de ensino utilizadas, as principais dificuldades e uma percepção inicial sobre a importância do uso de Aprendizagem Adaptativa.

Essa pesquisa de mestrado também contou com um quasi-experimento para comparação de grupos de alunos. Segundo (CAMPBELL; RIECKEN, 1968) um quasi-experimento é um tipo de estudo empírico que não apresenta as seguintes características: controle completo e

Figura 1 – Processo iterativo do DCU.



Fonte: (ALVES; BATTIOLA, 2014)

aleatoriedade na seleção dos grupos.

A descrição detalhada da pesquisa conduzida no mestrado podem ser encontradas na seção 1.3.1.

1.3.1 Etapas da Pesquisa

Este trabalho foi dividido em várias etapas, desenvolvidas com o auxílio do DCU. A Figura 2 ilustra a sequência de fases que ocorreram nessa pesquisa.

A pesquisa teve início na exploração de trabalhos na literatura disponível, com o foco em pesquisas que relacionassem as abordagens de Aula Invertida com Aprendizagem Adaptativa. Também foram focos da pesquisa inicial os trabalhos que trouxessem informações sobre o cenário de ensino de Sistemas Distribuídos e os que explorassem o conceito de Linha de Produtos de Documentos.

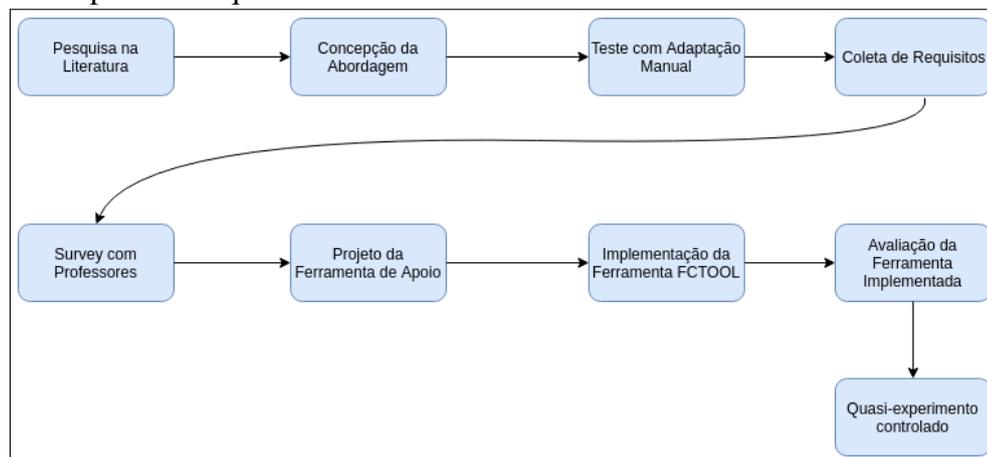
Em seguida, desenvolveu-se uma abordagem de ensino inicial que combinou técnicas de Aprendizagem Adaptativa às Aulas Invertidas, para a disciplina de SD. Essa abordagem foi desenvolvida considerando-se os conceitos e teorias investigados na fase anterior. As adaptações que foram realizadas no roteiro de estudo ainda aconteciam de forma não automatizada, por

meio de orientações que os alunos deveriam seguir se decidissem por adaptar a forma de estudo.

Após o desenvolvimento da abordagem inicial, a próxima fase da pesquisa foi o teste com uma turma de SD. Foram aplicadas três aulas invertidas no semestre 2018.1 da disciplina, de modo a se obter análises e *insights* sobre o modo de condução da aula, assim como a percepção que os alunos teriam sobre esse tipo de aula. Os resultados desse estudo podem ser encontrados em (ARAÚJO *et al.*, 2018).

Em posse dos dados colhidos nos testes realizados, ocorreu a fase da identificação e coleta de requisitos necessários para a implementação da solução proposta neste trabalho. Os alunos responderam formulários para fornecer *feedbacks* e uma entrevista semi-estruturada foi conduzida com uma parte dos alunos da turma.

Figura 2 – Etapas da Pesquisa de Mestrado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A etapa que aconteceu em seguida foi a condução de um *survey* sobre o panorama do ensino de SD no Brasil. Um total de 23 professores responderam questões relacionadas às principais dificuldades encontradas no ensino da disciplina e os principais tópicos abordados nas aulas. Esse *survey* também forneceu *insights* para o desenvolvimento da ferramenta FCTOOL.

A fase seguinte consistiu na condução do projeto da ferramenta FCTOOL. As características de design, tecnologias utilizadas e fluxos de utilização da ferramenta foram definidas nessa etapa. Em seguida, ocorreu a fase de implementação desse projeto para a obtenção da ferramenta construída.

Após o projeto e implementação, ocorreu a fase de avaliação da solução projetada, com alunos e professores da disciplina de Sistemas Distribuídos. Por fim, um quasi-experimento foi conduzido com o objetivo de comparar o desempenho de alunos submetidos à abordagem com adaptação e alunos que receberam roteiros não adaptados.

1.4 Organização da Dissertação

Este trabalho de mestrado está organizado em seis capítulos. Este primeiro é responsável por contextualizar o assunto abordado na pesquisa, apresentar as motivações e questões de pesquisa, os objetivos e a metodologia utilizada no decorrer desta dissertação. Os outros capítulos que compõem esta dissertação estão organizados da forma seguinte:

- O capítulo 2 expõe a fundamentação teórica relacionada à essa pesquisa. São explorados os assuntos de ensino de Sistemas Distribuídos, Sala de Aula Invertida, Aprendizagem Adaptativa e Linhas de Produto de Documentos. Os trabalhos relacionados à essa pesquisa, que combinam o uso de Aulas Invertidas com Aprendizagem Adaptativa, também são apresentados nesse capítulo.
- O capítulo 3 apresenta o modelo de Aula Invertida utilizado nesta pesquisa. Esse capítulo traz informações sobre as estratégias pedagógicas utilizadas, as etapas da Aula invertida, os roteiros de estudo adaptados e os aspectos de Aprendizagem Adaptativa inseridos nos roteiros. A descrição do *survey* conduzido com professores, que está relacionado ao modelo de aula, também é apresentada neste capítulo.
- O capítulo 4 traz informações sobre a ferramenta FCTOOL, desenvolvida neste trabalho. São apresentados os princípios de design da ferramenta, os componentes que possibilitam a execução e as funções de adaptação. Um exemplo contextualizado de uso da solução desenvolvida também está presente neste capítulo. Por fim, o capítulo apresenta as limitações da ferramenta.
- O capítulo 5 analisa as avaliações da ferramenta, que foi conduzida com professores e alunos. As impressões de docentes e discentes, o ganho de conhecimento dos alunos, as formas como os conteúdos se relacionam nos roteiros são apresentados neste capítulo. Esse capítulo também apresenta um quasi-experimento que analisou o impacto do uso de Aprendizagem Adaptativa nos roteiros de estudo.
- O capítulo 6 traz a conclusão desta dissertação. As contribuições e resultados alcançados, as limitações e trabalhos futuros, assim como a produção bibliográfica durante o período do mestrado podem ser encontrados nesse capítulo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, os principais conceitos relacionados a esta pesquisa são apresentados. A seção 2.1.1 apresenta os estudos relacionados ao ensino de SD, apresentando os principais desafios encontrados nessa disciplina. A seção 2.1.2 apresenta a abordagem de ensino por meio de Salas de Aula Invertidas, contemplando os princípios e principais características desse tipo de aula. Já a seção 2.1.3 explicita as características e os tipos de Aprendizagem Adaptativa. A seção 2.1.4 se preocupa em apresentar o conceito de Linha de Produtos de Documentos, utilizado na solução de software desenvolvida no decorrer dessa pesquisa de mestrado. Por fim, a seção 2.3 apresenta a conclusão desse capítulo.

2.1 Fundamentação Teórica

2.1.1 *Ensino de Sistemas Distribuídos*

No ensino de disciplinas de Ciência da Computação, a abstração é utilizada para desenvolver o raciocínio lógico nos alunos que acabaram de sair do ensino médio e ainda estão se familiarizando com o mundo acadêmico. Em muitos casos, esses estudantes não tiveram contato com conceitos de lógica de programação e desenvolvimento de software antes de ingressar na faculdade (PAULA *et al.*, 2009), o que se torna um desafio para o ensino de conceitos de Ciência da Computação. Assim, os professores, geralmente, estimulam que os alunos ponham em prática as atividades ensinadas em sala em seu tempo livre. Solicitam aos alunos que pratiquem os conceitos ensinados na aula com exercícios e trabalhos de programação, por exemplo. O objetivo é que os discentes possam ter a oportunidade de refletir melhor sobre o conteúdo, fazerem conexões entre eles e também aplicarem de forma mais prática os conceitos que aprenderam nas aulas.

Essa recorrência à abstração também está presente na disciplina de Sistemas Distribuídos, na qual os alunos são apresentados a novas maneiras de desenvolver sistemas. Em geral, precisam se adaptar ao uso de novos modelos de programação (e.g., baseado em eventos), arquiteturas de softwares (e.g., orientado a serviços) e plataformas de *middleware*.

Ensinar Sistemas Distribuídos é desafiante, pois esses sistemas possuem a característica de serem extremamente dinâmicos, operarem de forma concorrente e contendo diferentes tipos de funções e processos complexos (ROUX, 2009). Além disso, rápidas mudanças em

plataformas de hardware, linguagens, ambientes de programação, ferramentas e avanços em pesquisas acadêmicas dificultam a decisão de o que e como ensinar a disciplina de Sistemas Distribuídos (PRASAD *et al.*, 2017).

Um sistema distribuído, segundo (TANENBAUM; STEEN, 2007) é uma "coleção de computadores independentes entre si que se apresenta ao usuário como um sistema único e coerente". Apesar de simples, essa definição sintetiza um dos maiores desafios enfrentados por profissionais que trabalham com sistemas distribuídos: apresentar um sistema único e coerente, que tenha consistência e seja determinístico em sua execução. Muito esforço e conhecimento são necessários para que o sistema consiga manter essa característica e deve lidar com desafios como: Heterogeneidade, Escalabilidade, Transparência, Segurança, Tolerância a Falhas, Abertura.

Aprender os conceitos e aplicações relacionados à disciplina de Sistemas Distribuídos exige que os alunos tenham um bom nível técnico e que tenham consolidado conceitos prévios para que possam aprender novos conteúdos de forma satisfatória e fazer a correta conexão com outros aspectos de Ciência da Computação. São exemplos de conceitos prévios: Redes de Computadores, Sistemas Operacionais, Programação Orientada a Objetos e Desenvolvimento de Sistemas Web.

Nesse contexto, existe o espaço para a o desenvolvimento de ferramentas e abordagens de ensino que facilitem a transmissão de conhecimento entre professores e alunos, com o objetivo de eliminar complexidades, que não contribuem diretamente para alcançar os objetivos de aprendizagem (ROUX, 2009). São exemplos de complexidades que podem ser evitadas: a criação de contas em ambientes (e.g.; Amazon AWS para conceitos de computação em nuvem), a importação de bibliotecas necessárias para um *build* bem sucedido e a execução da aplicação em múltiplos nós.

Algumas abordagens foram desenvolvidas para facilitar o processo de aprendizagem de conceitos de Sistemas Distribuídos, como por exemplo a proposta por (FOLEY *et al.*, 2017). O trabalho traz uma maneira *top down* para ensinar Computação Paralela e Sistemas Distribuídos por meio de um portal Web desenvolvido com esse propósito. Nessa proposta, os autores sugerem a apresentação de um sistema funcionando de forma distribuída antes de mergulhar nos conceitos e arquiteturas que estão por trás do sistema. Esse processo difere das abordagens mais tradicionais, que explicam os conceitos basilares, como troca de mensagens e interoperabilidade de sistemas antes de mostrarem um sistema distribuído por completo.

Outra abordagem que auxilia o ensino de conceitos de Sistemas Distribuídos é a de

microlabs (KURTZ *et al.*, 2012). *Microlabs* são atividades práticas de curta duração que podem ser executadas durante a aula, de forma individual ou em grupo e conseguem prover *feedbacks* construtivos para os alunos. Assim, códigos pré-prontos podem ser fornecidos para que os alunos possam modificar ou adicionar pequenas porções de código e consigam entender os conceitos com menos esforço de programação, por exemplo.

2.1.2 Sala de Aula Invertida

Em salas de aula convencionais, o processo de ensino se caracteriza por fornecer um momento passivo durante a execução da aula. O professor ministra o conteúdo, geralmente de forma unidirecional, e os alunos escutam e aprendem o que o professor tem a ensinar.

Já no ensino com sala de aula invertida, a atividade de estudo que ocorre no momento da aula é modificado. Nessa abordagem, os alunos têm contato com a apresentação da matéria em casa e realizam as atividades de consolidação de conhecimento em sala de aula (BERGMANN; SAMS, 2012). Assim, a apresentação do conteúdo passa a ser feita de forma individual e as atividades de consolidação de conhecimento são realizadas de maneira colaborativa, durante o período da aula, como exemplifica a Figura 3. Salas de aula invertida prezam por uma aprendizagem de forma ativa e colaborativa no momento da aula, já que estudantes terão estudado o conteúdo em momento anterior ao da aula, mudando o papel do professor de ator principal para um mediador do aprendizado (KING, 1993). O protagonismo da aprendizagem sai do professor e passa para o aluno.

Figura 3 – Sala de aula invertida.



Fonte: adaptado de (SALES, 2016).

A mudança do papel do professor nesse tipo de aula faz com que as escolas e universidades obtenham maior proveito da expertise e associação de conceitos que esses profissionais são capazes de fazer, graças a sua preparação e experiência. Em vez de focar os esforços na apresentação de novas informações, os professores passam a atuar na ajuda para que os alunos possam realizar a conexão de conceitos estudados no momento anterior ao da aula. Isso faz com que os alunos possam reconhecer quando e como aplicar os novos conhecimentos adquiridos (LASRY *et al.*, 2013).

Aulas invertidas também ajudam a propiciar um ambiente em que o professor poderá fornecer *feedback* de forma mais adequada para as dúvidas dos alunos em relação aos exercícios. Caso os alunos apresentem questionamentos e dificuldades durante a execução da atividade sendo executada em sala, o professor poderá dar um retorno instantâneo, fato que não ocorreria se o aluno tivesse executando a atividade em momento posterior ao da aula, em sua casa.

Um exemplo de um contexto de Aula Invertida no ensino de Ciências da Computação é apresentado na Figura 4, que traz as características das Aulas Invertidas conduzidas por (MAHER *et al.*, 2013) em 4 cursos.

Figura 4 – Características de Aula Invertida

Course	Prep Work Required of Students	Video Sourcing	In-Class Activities	Group/Team work uses	Estimated # Hours Sourcing or Creating Videos
ITIS 3150 (Rapid Prototyping and Interface Building)	Read Textbook, Watch Videos, Take Online Quiz	26 videos created by instructor, 8 videos sourced from web	Creating Prototypes, Testing Prototypes, Critiquing Prototypes, Design Pattern Identification	Ad hoc teams/pairs for in class activities	300 hours (videos made over course of three semesters, adding more each offering)
ITIS 6400 (HCI)	Watch Videos, Read Assigned Articles	Stanford HCI MOOC, plus a few videos created	Homework quiz, peer grading of quiz, design and evaluation skill practice activities such as mock interviews, mock surveys, heuristic evaluations, etc.	Course has semester-long team project, so teams generally sat together in class and did activities together	30 hours (reviewing MOOC videos to create homework quizzes, plus time to make extra videos to augment curriculum)
ITIS 2300 (Web Applications Development)	Watch Videos, Critique Videos, Read Textbook (also encouraged to enter programs demonstrated in videos)	Sourced from the web (mostly YouTube and thenewboston.com)	Homework Quizzes, Pseudocode problems, coding demonstrations, other short group activities	Ad hoc teams created in class each week	40-50 hours sourcing/reviewing videos
ITIS 1212 (Introduction to Media Programming)	Watch videos, Read Textbook, Enter & Submit Textbook Programs, Take Online Quiz	95% sourced from the web, about 5 videos created by instructor	Peer instruction clicker quizzes, pseudocode problems, Parsons' problems, peer critiquing of solutions	Assigned lightweight teams of five students sit together and do all activities together	70 hours sourcing/reviewing and creating videos

Fonte: (MAHER *et al.*, 2013)

A figura apresenta informações relativas às Aulas Invertidas, tais como materiais de preparação dos estudantes, vídeos produzidos, atividades conduzidas em sala de aula, tempo de preparo, entre outros.

Alguns desafios aparecem para o professor no que diz respeito ao uso de salas de aula invertida. Uma das causas é que a grande maioria dos professores se formou e aprendeu a ensinar

utilizando as metodologias clássicas de ensino. O desenvolvimento das suas atividades também tem o foco nas aulas tradicionais. Fatores como a falta de tempo fora da sala de aula, graças a outras atividades acadêmicas e o costume com a abordagem tradicional de ensino também desafiam a utilização da Aula Invertida (SUHR, 2016).

Segundo (MAHER *et al.*, 2013), os quatro principais desafios no que diz respeito ao design de Aulas Invertidas são:

- Como estruturar o roteiro, a ser estudado em casa?
- Como entregar o roteiro produzido?
- Como projetar atividades de aprendizagem ativa para serem utilizadas em sala de aula ?
- Como projetar a interação entre os estudantes para melhor propiciar aprendizagem colaborativa em sala de aula ?

Ainda pode-se destacar a dificuldade de encontrar material online que se adéque precisamente às matérias sendo ensinadas na disciplina, modificação da ementa da disciplina para se adequar a aula invertida e motivação dos alunos nesse tipo de abordagem (POWELL; HOLLINGSWORTH, 2014).

No que se refere a efetividade dos estudos pelos alunos no momento antes da aula, deve-se destacar que as teorias e práticas pedagógicas que o professor possui e aplica durante a aula convencional não estão presentes por completo no momento de aprendizagem prévia à aula. Em salas de aula tradicionais, caso os professores percebam que a turma não está entendendo o assunto em estudo, os docentes podem decidir por fazer intervenções para melhorar a compreensão dos conceitos, dedicar momentos para revisão e esclarecimento de dúvidas, por exemplo.

Assim, estudos como o realizado por (CHI *et al.*, 2017) e (ERYILMAZ; AHMED, 2017) apontam a necessidade de fornecer meios para facilitar a instrução que o estudante recebe em momento prévio à aula.

Esta pesquisa de mestrado possui como foco principal a fase de estudos em casa, pelo aluno.

2.1.3 Aprendizagem Adaptativa

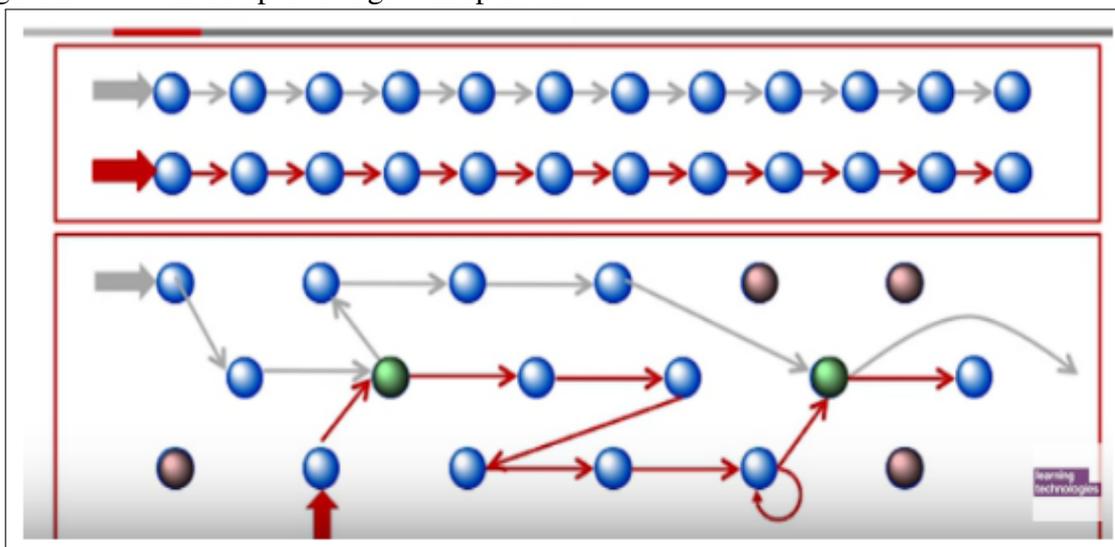
No estilo de ensino atual, estudantes que possuem características e motivações distintas acabam sendo submetidos aos mesmos métodos de ensino e mídias educacionais (DORÇA *et al.*, 2011). Assim, não são levados em consideração suas peculiaridades, fraquezas e

potenciais. Esse modelo de conteúdo único gera resultados distintos para cada aluno. De fato, dependem da compatibilidade do estilo de aprendizagem¹ do aluno, seus conhecimentos prévios e das atividades propostas e conteúdos ministrados pelo professor.

Imagine um aluno que possui um contexto de aprendizagem, às vezes inconsciente ou desconhecido, como por exemplo o seu estilo cognitivo ou a consciência de o quanto sabem determinado conteúdo da disciplina. O professor, ao apresentar o conteúdo, pode usar de técnicas que se encaixem mais adequadamente a esse contexto em que está inserido o estudante. Se o estudante aprende melhor por meio de exemplos, o professor traz mais exemplos e aplicações do conteúdo para a aula. Dessa forma, com essa adequação, o professor poupa o aluno de esforço adicional para organizar a sequência em que processaria as informações para assimilá-las, o que torna a aprendizagem mais significativa (HAIDER *et al.*, 2010).

Os sistemas de aprendizagem adaptativa são a consolidação dessa perspectiva. Seu objetivo é o de suprir a lacuna entre o modo que o conteúdo é apresentado para os alunos e o modo como os alunos gostam de aprender e explorar os materiais. Esses sistemas podem levar em consideração as aptidões e conceitos pregressos de cada indivíduo. A Figura 5 mostra o caráter não determinístico da sequência que os estudantes seguem ao utilizar aprendizagem adaptativa. De acordo com suas peculiaridades, os estudantes podem começar a estudar a matéria em pontos diferentes e podem seguir caminhos diferentes de estudo.

Figura 5 – Trilhas de aprendizagem adaptativas.



Fonte: (WOOLER, 2016)

De acordo com (SETERS *et al.*, 2012): “Os sistemas de aprendizagem adaptativos

¹ Estilos de aprendizagem referem-se à maneira preferencial que as pessoas escolhem receber e processar informações (CROCKETT *et al.*, 2013).

consistem em múltiplos componentes, que juntos permitem que as instruções sejam adaptadas às necessidades de cada um dos alunos”.

Nesse tipo de sistema, pré-testes são aplicados para coletar informações dos alunos, além da utilização de métricas como por exemplo número de acertos em exercícios, número de tentativas de exercícios e padrões de navegação (LIU *et al.*, 2017). Esses dados são utilizados para a geração de trilhas de aprendizagem que serão seguidas pelos alunos para entendimento de um determinado tópico. Trilhas de aprendizagem são percursos que podem ser criados pelos professores ou descobertos pelos próprios estudantes, que promovem e desenvolvem competências nos estudantes (RAMOS *et al.*, 2015).

Sistemas de aprendizagem podem se adaptar levando em consideração diferentes razões, como por exemplo estilos cognitivos dos alunos (YAGHMAIE; BAHREININEJAD, 2011), perfis dos usuários (HSIEH *et al.*, 2012) e conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem de novos conceitos (SETERS *et al.*, 2012).

Em seu sistema adaptável por estilos cognitivos, (YAGHMAIE; BAHREININEJAD, 2011) leva em consideração os estilos cognitivos de cada aluno para enfatizar o tipo de componente que será apresentado nos caminhos de aprendizagem. O sistema usa as dimensões propostas por (FELDER *et al.*, 1988) para determinar qual o estilo cognitivo se adequa melhor ao aluno. As dimensões consideradas são: ativo/reflexivo; sensitivo/intuitivo; visual/verbal; sequencial/global.

Na adaptação utilizada por (YAGHMAIE; BAHREININEJAD, 2011), componentes de texto, figura e exemplos dos conteúdos apresentados são utilizados nas trilhas de aprendizagem e, dependendo do estilo de aprendizagem do aluno, materiais suplementares são fornecidos em um ou mais desses componentes.

O sistema adaptativo baseado em perfis de estudantes proposto por (HSIEH *et al.*, 2012) usa as informações pessoais dos estudantes para realizarem recomendações de conteúdos compatíveis com as preferências e gostos dos usuários. Esse tipo de adaptação foi utilizada em sistemas de ensino de língua estrangeira, onde os tópicos ensinados foram obtidos de acordo com os interesses gerais do estudante (esporte, negócios, etc).

No caso de adaptação de acordo com os conhecimentos prévios, o sistema adapta o tamanho e conteúdo do treinamento que o aluno vai receber de acordo com os conhecimentos prévios que o aluno possua. Por exemplo, no sistema desenvolvido por (SETERS *et al.*, 2012), os estudantes escolhem o tamanho do passo de aprendizagem (pequeno, médio e grande) que

será usado para o fornecimento das informações. De acordo com o desempenho do estudante nos exercícios, o sistema verifica os conteúdos necessários para o melhor entendimento do aluno sobre o tópico sendo ensinado. Ele fornece materiais contendo esses assuntos à trilha de aprendizagem que o aluno está seguindo, de forma que o aluno compreenda os assuntos prévios necessários para aquele determinado tópico.

O sistema desenvolvido neste trabalho de mestrado faz uso de adaptações por conhecimentos prévios. A principal motivação para a escolha desse tipo de adaptação se deu pela dependência que a disciplina de SD apresenta em relação a conceitos prévios de outras disciplinas, como discutido na seção 2.1.1.

Além disso, as outras formas de adaptação, como as adaptações por estilo cognitivo e perfis dos estudantes exigem maiores quantidades de dados históricos dos alunos. Isso ocorre porque as determinações automáticas do perfil, ou do estilo cognitivo exigem que os sistemas possam observar e guardar informações sobre cada aluno, por algum período de tempo. A adaptação por conhecimentos prévios sofre menos com esse problema, já que o conhecimento dos alunos pode ser medido razoavelmente com testes aplicados previamente à entrega do roteiro.

2.1.4 Linhas de Produto de Documentos

A abordagem de linha de produto de documentos, em inglês *Document Product Line* (DPL) fornece uma estrutura para a geração de documentos de conteúdo variável, que segue caminhos alternativos para a geração de documentos. O DPL foi criado com um objetivo duplo: primeiro, tornar a criação de documentos de conteúdo variável acessível a usuários não especialistas, incluindo um processo de engenharia de domínio anterior à geração de documentos; e segundo, reforçar a reutilização de conteúdo no nível de domínio seguindo os princípios da Engenharia de Linha de Produto de Software, ou *Software Product Line Engineering* (SPLE).

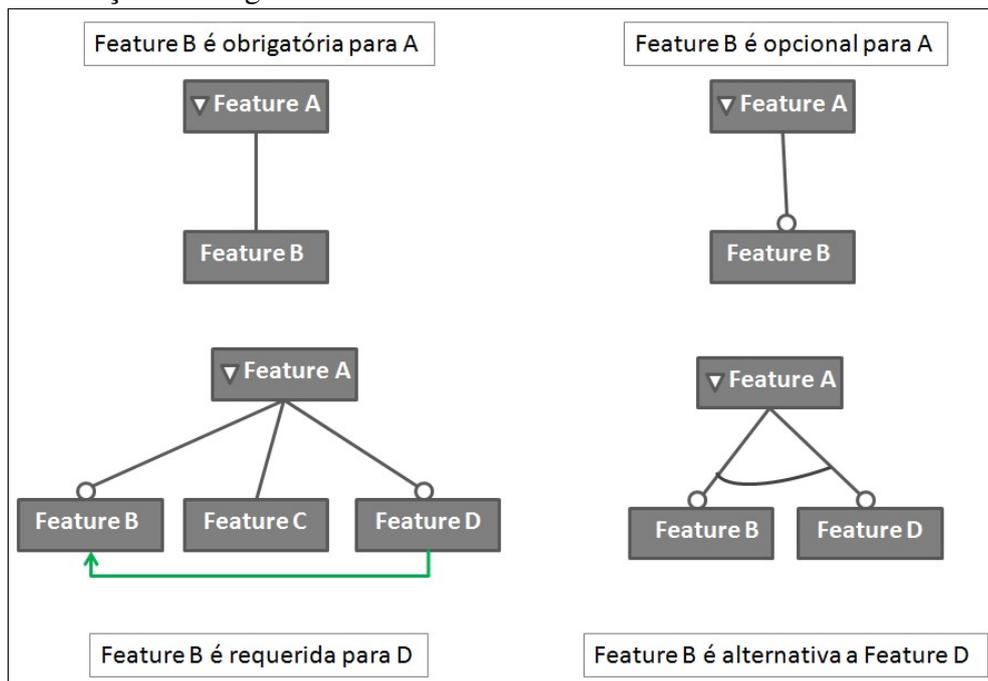
A chave para o sucesso de um processo de DPL se baseia na definição de um modelo de variabilidade que descreve como os documentos podem variar e na existência de uma coleção organizada de componentes (*features*) de documentos. As *features* do documento são pedaços de conteúdo que podem ser combinados para produzir o documento final, de acordo com o modelo de variabilidade definido anteriormente. (GÓMEZ *et al.*, 2012)

De acordo com a abordagem de DPL utilizada por (GÓMEZ *et al.*, 2012), as *features* podem ser do tipo "*mandatory*", "*optional*" e "*alternative*". As *features mandatory* são obrigatórios para todos os documentos. As *features optional* podem aparecer ou não em

documentos que são gerados automaticamente. Já as *features alternative* representam decisões de fluxos que vão ser seguidos, ou seja, qual caminho de adição de *features* deve ser seguido. *features alternative* podem ser do tipo "OR", quando não são excludentes entre si, ou "XOR", quando as *features* são excludentes entre si.

A Figura 6, ilustra as notações e as principais relações entre as *features*, que foram utilizadas no decorrer desta pesquisa.

Figura 6 – Notação de Diagramas de *Features*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa figura foi desenvolvida na ferramenta de especificação e visualização de Linhas de Produtos de Software proposta por (SCHMITT; BETTINGER, 2018). A relação do tipo opcional (1) indica que uma *feature* A que seja associada a uma outra opcional B, não há obrigação de que se a primeira for adicionada, a segunda também seja. A adição de uma *feature* opcional ocorre se alguma regra estabelecida ocorra. Já a relação entre *features* do tipo obrigatória (2) ocorre de forma que sempre que sempre que uma *feature* A for adicionada, a *feature* B também será.

A relação de requisição (em inglês, *required*), apresentada em (3) significa que, se uma *feature* B é um requisito para uma *feature* C, existe a condição de que B seja necessariamente adicionado para compor a solução como condição para que C também possa pertencer à solução final.

Já a relação de *features* alternativas, ilustrada em (4), indica que caso uma *feature*

seja alternativa a uma *feature* B, apenas uma das duas pertencerá à solução final.

2.2 Trabalhos Relacionados

Os trabalhos encontrados relacionam salas de aula invertidas com aprendizagem adaptativa para o ensino de Inglês (ERYILMAZ; AHMED, 2017), Engenharia Química (KAKOSIMOS, 2015) e Matemática (CHI *et al.*, 2017).

No trabalho realizado por (ERYILMAZ; AHMED, 2017), foi desenvolvido um modelo de sala de aula invertida que usa técnicas de adaptação para o ensino de inglês em aulas do nível fundamental. O estudo foi usado para determinar os impactos de salas de aula invertida adaptáveis para estudantes da terceira série fundamental.

Os estudantes foram divididos em dois grupos: o primeiro foi exposto a abordagem de sala de aula invertida somente, e o segundo a abordagem de sala de aula invertida auxiliada por aprendizagem adaptativa. Para a adaptação do conteúdo apresentado, o mesmo conteúdo foi preparado utilizando-se diferentes mídias, como textos, imagens e vídeos.

O objetivo foi examinar duas hipóteses: se a adoção de sala de aula invertida entregaria melhoria no aprendizado dos estudantes e se a abordagem adaptativa causaria diferenças significativas.

As duas hipóteses levantadas pelos pesquisadores se confirmaram positivas, pois os experimentos mostraram melhoria de aprendizado dos estudantes ao utilizarem sala de aula invertida e houve diferença significativa positiva para discentes que foram submetidos à aulas invertidas auxiliadas por sistemas de aprendizagem adaptativa.

Já no trabalho publicado por (KAKOSIMOS, 2015), apresentou-se uma metodologia de ensino para a adaptação das instruções dadas por professores no momento da sala de aula de acordo com dados coletados pelos alunos antes da aula e foi aplicada em um módulo da disciplina de operações de fluidos do curso de engenharia química e também na disciplina de processos de transporte do curso de engenharia de petróleo, ambos da universidade Texas A & M do Qatar.

Nessa metodologia, a autora propõe uma adaptação da técnica de sala de aula invertida, onde os professores vão fornecer micro adaptações de acordo com as informações coletadas por ferramentas de apoio. Os professores preparam o material de apresentação de conteúdo, em seguida alunos usam o material instrucional para guiar os estudos e respondem *quizzes* e meta avaliações. As informações são então passadas ao professor pelo sistema de

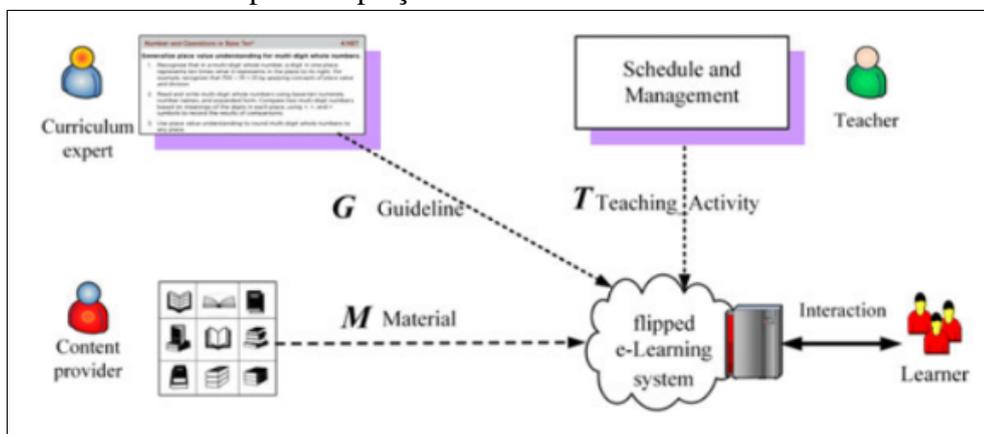
gerenciamento de conhecimento utilizado. De acordo com as informações recebidas, professores adaptam conteúdo da próxima aula, assim como atividades e exames a serem apresentados aos alunos. Dessa forma, na hora da preparação para exames, ambos professores e alunos sabem onde devem focar mais os esforços.

Para a análise dos resultados, os alunos foram divididos em grupo de teste e grupo de controle. A avaliação qualitativa das respostas fornecidas por alunos mostrou que os alunos tiveram uma melhoria significativa na percepção de conceitos, no esforço e na motivação. Na análise quantitativa, não houve diferença significativa quando os grupos foram comparados em relação aos módulos que estavam cursando nas disciplinas. Porém, os alunos que foram submetidos a abordagem adaptativa apresentaram um melhor aproveitamento geral na disciplina, em relação aos alunos que pertenciam ao grupo de controle.

O estudo conduzido por (CHI *et al.*, 2017) utilizou aulas invertidas com o auxílio de aprendizagem adaptativa para o ensino de matemática. O objetivo do sistema foi disponibilizar aspectos pedagógicos de ensino para serem utilizados por alunos no momento da apresentação do conteúdo, que é feita sem a presença do professor nas salas de aula invertidas.

Os autores utilizaram uma tríade para que o sistema possa se adaptar de forma adequada. A tríade é formada por *Guideline*, que reúne informações de currículo gerada por *experts* no assunto; *Material*, que corresponde ao módulo de fornecimento de materiais de estudo e *Teaching Activity*, que representa a atividade sendo proposta pelo professor durante a aula invertida. O sistema guarda essa tríade em ontologias, que possibilitam formas de representação de conhecimento sistemática e utiliza esse conhecimento relacionado para promover a melhor interação possível para os alunos. Esse processo pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 – Tríade utilizada para adaptação do sistema.



Fonte: (CHI *et al.*, 2017)

A avaliação da adaptação realizada pelo sistema foi feita com 3 professores, que utilizaram o sistema com 5 alunos cada, totalizando 15 participantes no papel de aluno. A avaliação mostrou a criação de 15 perfis de aprendizagem diferentes, ou seja, um para cada aluno.

A tríade desenvolvida no artigo é uma maneira de integrar aspectos pedagógicos em sistemas de aprendizagem que auxiliam aulas invertidas, possibilitando que contexto maior seja avaliado para a adaptação coerente do sistema para as necessidades pessoais do aluno, de acordo com o currículo esperado, materiais disponíveis e atividade sendo executada no momento da interação do usuário com o sistema.

Nos trabalhos relacionados citados acima, a entrega do conteúdo a ser estudado pelos alunos foi feita através de sistema próprio. Não foi possível encontrar nos trabalhos mecanismos que facilitassem o processo de elaboração das aulas pelo professor.

O modelo desenvolvido nesta pesquisa se diferencia dos trabalhos relacionados por facilitar o processo de criação e execução de Aulas Invertidas com aspectos de Aprendizagem Adaptativa. Além disso, a forma como os conteúdos são disponibilizados favorece a colaboração entre professores da área, pois o compartilhamento de documentos na nuvem é simples de ser feito, ao contrário do que ocorre em sistemas proprietários utilizados nos trabalhos relacionados.

A Tabela 1 mostra quadro comparativo dos trabalhos relacionados e a pesquisa realizada neste trabalho.

Tabela 1 – Trabalhos Relacionados

Estudo	Disponibilização	Foco	Nível
(KAKOSIMOS, 2015)	Sistema Próprio	Estudante	Superior
(CHI <i>et al.</i> , 2017)	Sistema Próprio	Estudante	-x-
(ERYILMAZ; AHMED, 2017)	Sistema Próprio	Estudante	Fundamental
Esta Pesquisa	Roteiro de Estudos	Professor e estudante	Superior

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Esta pesquisa de mestrado direcionou o foco não só nos aspectos relacionados à aprendizagem por parte dos alunos, mas também na facilitação do processo de criação e modelagem de Aulas Invertidas e Adaptativas. É importante que os materiais de estudo que serão fornecidos pelos professores tenham a melhor qualidade possível para favorecer o processo de aprendizagem pelos discentes, quando estiverem estudando em casa.

2.3 Conclusão

Neste capítulo, foram apresentados os principais assuntos, temas e trabalhos relacionados a esta pesquisa. Foi possível explorar a metodologia de Aula Invertida, suas etapas e princípios. Foram explorados também os princípios e características da metodologia de Aprendizagem Adaptativa, além da adequação e sintonia entre essas duas metodologias de ensino.

Os conceitos de Linhas de Produto de Documentos também foi apresentado, apresentando suas principais características. A união das abordagens de Aprendizagem Adaptativa e Sala de Aula Invertida com o conceito de Linhas de Produto de Documentos embasaram o desenvolvimento da ferramenta apresentada nesta dissertação.

Os trabalhos relacionados a essa pesquisa também foram expostos nesse capítulo. Não foram encontrados trabalhos que utilizassem roteiros de estudo adaptativos para o momento de aprendizagem em casa, pelos alunos.

3 MODELO DE AULA INVERTIDA UTILIZADO

As aulas conduzidas nessa pesquisa seguiram as etapas tradicionais da abordagem de Aula Invertida. As atividades que auxiliaram a condução das aulas presenciais foram desenvolvidas considerando-se a integração com outras metodologias ativas de ensino. As estratégias pedagógicas que foram utilizadas podem ser encontradas na seção 3.1.

O detalhamento do fluxo das atividades que foram executadas para a condução das aulas é descrito em 3.2. O conteúdo apresentado aos alunos previamente às aulas presenciais foi organizado sob a forma de roteiros de estudos personalizados. Detalhes sobre os roteiros podem ser encontrados na seção 3.3.

3.1 Estratégias Pedagógicas Utilizadas

As atividades utilizadas nas aulas invertidas foram apoiadas na aprendizagem baseada em problemas, ou *Problem Based Learning* (PBL) e no conceito de *Microlabs* abordado em (KURTZ *et al.*, 2012). Na aprendizagem baseada em problemas, as informações já conhecidas pelos alunos são reestruturadas em um contexto mais realista. Nesse tipo de estudo, discentes são expostos a aprendizagem colaborativa, elaborando novos conhecimentos ao longo de discussões em grupo ou ensino em pares (KILROY, 2004). Nessa estratégia, o controle da aprendizagem sai do domínio do professor e passa para o domínio do aluno.

Já a abordagem de *Microlabs* preconiza que as atividades executadas em sala sejam de curta duração (5-15 minutos) e ocorram durante a aula. Os estudantes podem se reunir em grupos e são submetidos a avaliações feitas de forma eletrônica, com *feedbacks* construtivos. No ensino de disciplinas de Computação, os autores consideram que *Microlabs* podem ser lógicos (resolvidos sem o uso de programação) ou programáveis (alunos são submetidos a exercícios de programação). Na pesquisa desenvolvida neste mestrado, especificamente durante as aulas invertidas de *Blockchain*, foram utilizados *Microlabs* lógicos e programáveis. O tipo lógico foi usado no decorrer de uma simulação de um *Blockchain*, enquanto o tipo programável foi utilizado em codificações de um protótipo para a resolução de um problema apresentado aos alunos.

3.2 Etapas da Aula Invertida

O fluxo utilizado nas aulas contava com dois momentos: um momento prévio à aula e um momento em sala. No momento prévio à aula, os professores criaram e disponibilizavam roteiros de estudo e os alunos os estudavam em casa, de modo a se apresentarem preparados para a aula presencial. No momento da sala de aula, os professores iniciavam com uma rápida revisão dos conteúdos entregues, e respondiam possíveis dúvidas que os discentes tivessem. Em seguida, os alunos resolviam e entregavam suas soluções para problemas propostos na aula.

O modo de disponibilização dos materiais foi via *e-mail*, por meio de uma rotina automática implementada na FCTOOL.

A Figura 8 ilustra as etapas da aula invertida adotada. Antes da aula, o processo da aula invertida se inicia com a produção do roteiro a ser enviado para os estudantes (I - Professor, Prepara). Nessa pesquisa, os professores utilizaram a ferramenta FCTOOL para determinar os roteiros que seriam gerados e enviados para os alunos. Na fase seguinte, após o recebimento dos materiais de estudo, os alunos seguiram as orientações presentes no roteiro para o estudo dos conteúdos e resolução de *quizzes* de avaliação presentes no guia de estudos (II - Estudantes, Estudo e Auto-avaliação). Os guias de estudo enviados aos alunos eram compostos de diferentes tipos de materiais, como vídeos, textos relacionados aos conteúdos e *quizes* de avaliação (ao final do roteiro). As avaliações estavam diretamente relacionadas às atividades práticas que seriam executadas na aula e uma pontuação era atribuída para as respostas fornecidas. O principal objetivo era estimular os alunos a responderem com mais responsabilidade as avaliações.

Na sala de aula, o primeiro momento era dedicado a perguntas e respostas sobre os conteúdos estudados em casa, além de uma breve explanação de conteúdos pelo professor (III - Professor, Explica). Os professores reservavam em média 30 minutos para essa etapa. Apesar de os alunos serem encorajados a tirar suas dúvidas no começo da aula, os professores deixavam claro que a qualquer momento os discentes poderiam esclarecer suas dúvidas. Por fim, os estudantes eram envolvidos nas práticas relacionadas ao conteúdo em estudo (IV - estudantes, Prática).

As atividades eram concebidas de forma que tivessem curta duração. Assim, os alunos poderiam concluir e entregar suas respostas na mesma aula. Apenas em casos excepcionais, os alunos poderiam entregar as soluções requisitadas após o período da aula. Simulações, discussões e atividades de programação ocorriam de maneira colaborativa entre os alunos.

A ferramenta desenvolvida nessa pesquisa foca nos momentos antes da sala de aula

Figura 8 – Modelo de Aula Invertida Adotado



Fonte: Elaborado pelo autor.

(I e II), de modo a facilitar o processo de preparação do roteiro de estudo pelos professores e da efetiva leitura desse material pelos alunos. Detalhes sobre os roteiros entregues aos alunos podem ser encontrados na seção a seguir.

3.3 Roteiro de Estudos Adaptados

Os conteúdos apresentados aos alunos previamente às aulas presenciais foram organizados sob a forma de roteiros de estudo. A estruturação dos roteiros é baseada em modelo inicial proposto em (MAHER *et al.*, 2015). Esses materiais eram enviados para os alunos com antecedência mínima de uma semana, para que esses pudessem ter tempo para explorar os materiais com calma.

O propósito do roteiro é prover meios para que os estudantes aprendam os conteúdos em casa e cheguem preparados para a condução das atividades definidas pelo professor, no dia da aula presencial. Assim, a completude e qualidade desse material são essenciais para o sucesso da aula.

Os roteiros eram entregues aos alunos no formato de um documento, via *e-mail*. Apesar de existir uma sequência na apresentação dos conteúdos, os roteiros podem ser explorados de acordo com a necessidade e vontade dos alunos. Diferentes aspectos de aprendizagem adaptativa foram inseridos nos roteiros.

3.3.1 Aspectos de Aprendizagem Adaptativa

Diferentes técnicas podem ser utilizadas para promover uma aprendizagem de forma adaptativa. Nesta pesquisa, foram utilizados: (a) diferentes materiais didáticos explicando o mesmo tópico, (b) caminhos de aprendizagem personalizáveis e (c) adaptação de conteúdo de acordo com conhecimentos prévios.

3.3.1.1 Diferentes Materiais Didáticos

A utilização de diferentes materiais de ensino é uma forma de prover adaptação para os estudantes, no que se refere à forma como esses gostam de aprender e explorar os conteúdos. A inserção de diferentes tipos de materiais presentes em um roteiro de estudos tem como objetivo principal abranger mais de um estilo de aprendizagem, para a turma que receberá seus roteiros.

Recomenda-se, ainda, que um mesmo tópico possa estar presente no roteiro em diferentes tipos de mídia. Assim, dois estudantes com estilos cognitivos distintos podem explorar o roteiro e aprender o mesmo conteúdo utilizando modais distintos. As aulas produzidas durante essa pesquisa contaram com os seguintes tipos de materiais para ensino, que foram inseridos nos roteiros de estudos, sempre com a avaliação de correteude do material:

- **Vídeos:** vídeos de aulas ministradas em outras turmas, disponíveis na internet, foram adicionadas após uma análise prévia do professor. A busca dos vídeos foi feita com foco em fontes de instituições de ensino, ou treinamentos certificados por alguma organização de ensino. Não obstante, vídeos produzidos por fontes independentes também foram adicionados, após a verificação da veracidade das informações sendo apresentadas.
- **Podcasts:** a disponibilização de *podcasts* em forma de áudio ocorreu principalmente para a apresentação de tecnologias. Essa abordagem por meio de áudio tem como objetivo fornecer uma forma alternativa para estudantes que tenham limitações visuais que impeçam de acompanhar os vídeos, assim como estudantes que queiram aprender enquanto executam outras atividades de forma concomitante (pro exemplo dirigir ou limpar a casa).
- **Referências à bibliografia:** as referências à bibliografia utilizada na disciplina, sempre que possível, apareciam como sugestão de leitura para os discentes. Além da bibliografia obrigatória e complementar, algumas leituras de outras fontes eram recomendadas, principalmente para os alunos que precisavam revisar conhecimentos pregressos à disciplina.
- **Slides de outras turmas:** a disponibilização de *slides* teve como objetivo fornecer uma

fonte resumida para os alunos utilizarem nos estudos ou revisão de conceitos. Além dos *slides* do próprio professor, outros materiais de turmas online e com *slides* disponíveis na *web*.

- **Artigos da *web*:** artigos encontrados na *internet*, que abordam conteúdos em forma de tutoriais, ou explicações técnicas. Apesar de não passarem pelo rigor científico de artigos acadêmicos, os textos disponíveis elucidam e facilitam a aprendizagem dos alunos.
- **Artigos científicos:** artigos encontrados em publicações científicas que se relacionam com o conteúdo sendo estudado. Como as turmas que participaram desse estudo também eram compostas por estudantes de pós graduação, a presença de artigos científicos nos roteiros facilita a pesquisa dos estudantes.
- **Fóruns de dúvidas:** muitos alunos fazem uso de fóruns de dúvidas (e.g. *stack overflow*) para entender como solucionar problemas comuns encontrados em ambientes de programação. Assim, os roteiros traziam, sempre que possível, os principais tópicos relacionados aos conteúdos em estudo. Assim, além de economizar o tempo do estudante em busca de soluções, os fóruns apresentados passavam pela análise prévia do professor, em busca de possíveis erros e inconsistências.

A inserção dos materiais no roteiro era feita de forma a contemplar o maior número de materiais de ensino de tipos distintos, de forma a contemplar o maior número de estilos de aprendizagem presentes na sala de aula. No entanto, nem sempre os conteúdos que compõem as aulas estão disponíveis.

3.3.1.2 *Caminhos de Aprendizagem Personalizáveis*

Os roteiros desenvolvidos para serem utilizados com a abordagem proposta nessa pesquisa precisam ser subdivididos em várias partes, de modo que as matérias presentes em cada seção de conteúdos da aula sejam armazenadas em estruturas modulares, disponíveis para manipulação. Essa divisão permite o manuseio para a formação do material final a ser entregue, como o caso de supressão de certos conteúdos que possam ser omitidos para estudantes que ainda não estejam preparados, ou adição de mais explicações e ilustrações sobre determinada matéria que algum estudante tenha dúvida, assim por diante.

A principal motivação de adaptação que é utilizada nesse estudo é a o conhecimento prévio que os alunos possuem. Assim, entre os módulos que irão compor o roteiro final, recomenda-se que estejam presentes não só os conteúdos que serão necessários para o entendi-

mento da aula, mas também conteúdos progressos que o aluno deveria ter para o entendimento da aula.

3.3.1.3 *Adaptação de Conteúdos por Conhecimentos Prévios*

Para o desenvolvimento dos roteiros, a abordagem de Aulas Invertidas Adaptadas que foi adotada nessa pesquisa preconiza a disponibilização de formulários com perguntas relacionadas aos conteúdos que estarão presentes nos roteiros das aulas. O principal objetivo das perguntas é colher dados sobre o domínio dos alunos nos conteúdos que comporão o roteiro de estudo personalizado. As questões presentes no material podem ser de dois tipos: perguntas de autoavaliação, ou questões relacionadas a conteúdos que iriam compor o roteiro de estudos.

As perguntas de autoavaliação questionam de forma direta se os alunos sabem ou não determinada matéria. Esse tipo de pergunta leva em consideração que os estudantes já conhecem seu potencial em determinado assunto e decidem por receber ou não essa matéria em seu roteiro.

As perguntas relacionadas aos conteúdos são utilizadas para aferir o conhecimento dos alunos, de forma objetiva. Nesse tipo de questão, o professor deve focar nos principais conceitos que ele quer que o aluno tenha domínio antes de ir para a sala de aula.

Em posse das respostas obtidas a partir dos formulários de avaliação, inferências podem ser feitas em relação aos conhecimentos prévios dos alunos. Nessa pesquisa, a ferramenta FCTOOL é utilizada para a geração de roteiros que consideram esses conhecimentos prévios para a adição ou não de determinado módulo de conteúdos.

3.4 **Survey Sobre Ensino de Sistemas Distribuídos**

3.4.1 *Contexto*

O entendimento de como a disciplina de Sistemas Distribuídos é ensinada nos cursos de ensino superior foi utilizado para a correta adequação da abordagem proposta nessa pesquisa. Assim, um *survey* foi desenvolvido nesta pesquisa, com o objetivo de coletar informações sobre o contexto de ensino de SD no País. Um formulário foi disponibilizado para os professores, que responderam perguntas relacionadas à condução de aulas de SD. O formulário produzido pode ser visualizado por completo no Apêndice C.

O *survey* obteve um total de vinte e três respostas. O perfil dos professores que responderam, de acordo com o tempo de ensino, pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 – Tempo de Ensino dos Professores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A maioria dos professores (73,9%) já ministrou a disciplina pelo menos três vezes e mais de 39% já tinham ensinado essa disciplina por mais de cinco vezes.

3.4.2 Resultados

De acordo com as respostas obtidas no *survey*, a maioria dos professores (16) afirma não utilizar metodologias ativas de ensino. Esse número representa 69,6% do total de respostas. Por outro lado, a maioria dos professores realiza aulas práticas em sala de aula. A Figura 10 mostra que 78,3% dos professores conduz aulas práticas em sala de aula. Além disso, 52,2% dos professores conduz mais de 3 aulas práticas durante a disciplina.

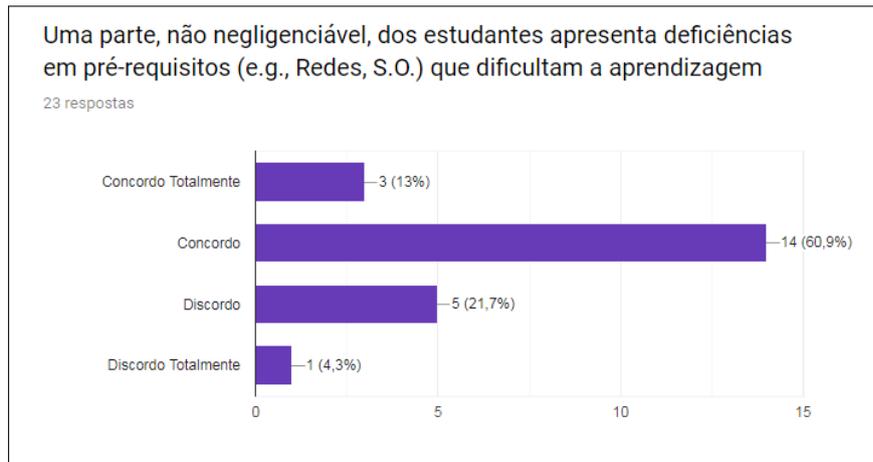
Figura 10 – Quantidade de Aulas Práticas na Disciplina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi avaliado o entendimento de conhecimentos prévios, pelos alunos. A Figura 11 mostra que 60,9% dos professores afirmam que seus alunos apresentam dificuldades em pré-requisitos (e.g., Redes, S.O.), que dificultam a aprendizagem.

Figura 11 – Dificuldades dos Estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da dificuldade encontrada por alunos em conhecimentos prévios de conteúdos de disciplinas anteriores a SD, esta pesquisa buscou identificar a impressão dos professores em relação aos conhecimentos prévios da própria disciplina. De acordo com as respostas fornecidas, 60,9% dos professores também consideram que seus alunos enfrentam dificuldades relacionadas à conhecimentos pregressos da própria disciplina de SD.

3.4.3 *Discussão*

A análise dos dados coletados sobre a impressão dos professores sobre seus estudantes mostra que os estudantes têm dificuldades em conceitos prévios. Além disso, pode-se perceber que as metodologias ativas de ensino poderiam ser melhor exploradas por professores de Sistemas Distribuídos. As atividades práticas que já são realizadas pelos professores são uma pista inicial de onde as metodologias ativas podem ser inseridas no contexto dessa disciplina.

Em relação aos conhecimentos prévios dos alunos sobre conteúdos de disciplinas prévias à SD e de conteúdos da própria disciplina, pode-se perceber que a impressão dos professores, em geral, é que os estudantes apresentam dificuldades. Portanto, é patente a necessidade de elaborar materiais considerando perfis distintos dos alunos em determinados tópicos pregressos à disciplina, que podem afetar o entendimento dos conceitos abordados pelo professor.

Esse dados sugerem que heterogeneidade de conhecimentos é uma realidade no processo de aprendizagem da disciplina. Aprendizagem Adaptativa pode contribuir para reduzir essa heterogeneidade dos alunos, principalmente, se o material para o estudo for de facilmente acessível.

3.5 Conclusão

Esse capítulo apresentou o modelo de Aula invertida utilizado nessa pesquisa. Os tipos de estratégias pedagógicas utilizadas foram apresentadas e contextualizadas. As etapas das aulas invertidas e a descrição do roteiro de estudos também foram tema desse capítulo.

Além do modelo de aula invertida, esse capítulo apresentou um *survey* conduzido com professores de Sistemas Distribuídos, sobre o ensino dessa disciplina.

Detalhes sobre a ferramenta que foi desenvolvida na pesquisa, assim como a utilização desta solução computacional pelo professor em Aulas Invertidas podem ser encontradas no capítulo 4.

4 FERRAMENTA FCTOOL

Este capítulo se dedica a apresentar o software desenvolvido para auxiliar a produção de roteiros de estudo. A seção 4.1 elucida os princípios de design que inspiraram o desenvolvimento da solução. A seção 4.2 se dedica a apresentar a relação entre os componentes da ferramenta, mostrando os componentes e como eles se relacionam na solução proposta. Em seguida, a seção 4.3 traz a descrição das funções de adaptação utilizadas. O funcionamento da lógica de programação da ferramenta pode ser encontrado em 4.5. Por fim, instruções de uso são apresentadas na seção 4.4.

4.1 Princípios de Design

As características desejadas para o desenvolvimento dessa ferramenta foram obtidas a partir de pesquisa iniciais realizada pelo autor da dissertação em conjunto com seu orientador no contexto da disciplina de Sistemas Distribuídos. Esses estudos¹ anteriores visavam explorar a aceitação e desempenho dos alunos ao serem submetidos à abordagem de Aulas Invertidas e Adaptativas.

De acordo com a exploração feita, as seguintes características foram identificadas como desejáveis para o sistema proposto:

1. Os roteiros adaptativos das aulas invertidas são na verdade um conjunto de módulos (i.e., sub-documentos) que poderão ou não serem incluídos nos roteiros enviados aos alunos.
2. Um módulo pode ser constituído por outro roteiro adaptativo.
3. A ferramenta deve permitir ao professor relacionar o desempenho dos alunos em questionários e *quizzes* de avaliação. Além disso, deve permitir a relação desse desempenho com quais módulos deveriam ser inseridos no roteiro final.
4. Os módulos devem suportar mais de um modal (tipos distintos de mídias), com o objetivo de beneficiar alunos com estilos de aprendizagem distintos.
5. A ferramenta deve se integrar a softwares já utilizados pelos professores e alunos.
6. A ferramenta deve permitir ao professor reusar roteiros ou módulos de roteiros de outras aulas, que são inseridos no roteiro de acordo com os conhecimentos prévios do alunos.

As características elencadas foram utilizadas como principais guias para o desenvolvimento da ferramenta FCTOOL.

¹ Os resultados desses estudos iniciais podem ser encontrados em <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7989>

4.2 Componentes da Ferramenta

Em uma pesquisa inicial por ferramentas de apoio a Aulas Invertidas, percebeu-se que não existe uma ferramenta específica para construção de roteiros de Aula Invertida. Em geral, se utiliza uma variedade de ferramentas da Web para compor o roteiro, criar os próprios conteúdos (e.g., Screencast, Pow Toon) ou utilizar material existente (e.g., Youtube, Vimeo, Sites Científicos, Ferramentas de Quizzes). Desta forma, ao invés de criar uma única ferramenta para concentrar todas essas atividades optou-se por uma integração às ferramentas do pacote *Google Gsuite* (especificamente os *webapps*: *Google Drive*, *Google Forms* e *Google Docs*). O intuito foi não limitar a criação de roteiros de estudo personalizados às funcionalidades de edição que pudessem ser ofertadas em uma única ferramenta. Os usuários terão acesso a todas as funcionalidades já existentes dos produtos *Google* durante o processo de produção dos roteiros de estudos.

A integração ao GSuite foi feita utilizando-se a linguagem *Google App Script* (GAS). GAS é uma linguagem similar ao JavaScript, que conta com customizações específicas para as aplicações *Google*. Serviços e APIs fornecidos pelo GAS fornecem fácil acesso e manipulação de dados para a automatização de tarefas em todos os produtos que a *Google* oferece.

Neste trabalho, a integração foi realizada entre documentos e formulários em pastas da plataforma Google. Além dos arquivos, o serviço de e-mail do Google também foi utilizado para a entrega do material final produzido.

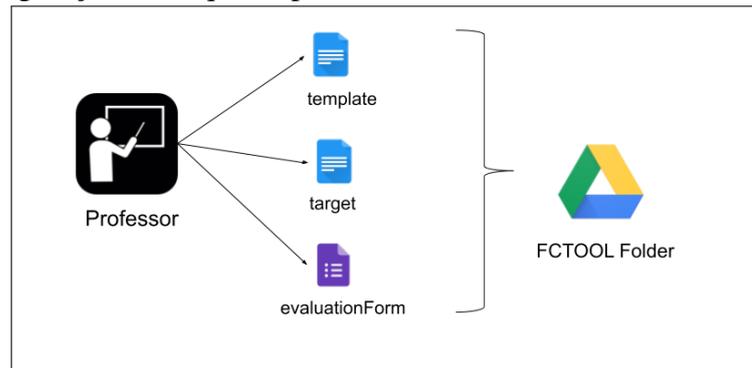
A ferramenta foi projetada para ser utilizada em dois momentos: (i) definição das regras de adaptação pelo professor e (ii) execução da adaptação dos roteiros de acordo com as respostas fornecidas pelos alunos.

Na fase de produção das regras de adaptação, os professores determinam a configuração do roteiro da aula invertida, em três arquivos: documento *Template*; documento *Target*; e no formulário de avaliação dos estudantes, (*Evaluation Form*). Esses arquivos devem estar presentes na mesma pasta do *Google Drive*, como apresentado na Figura 12.

O documento *Target* é utilizado como documento suporte no qual serão inseridos os módulos de forma a compor um roteiro adaptado. Ele é um documento do *Google Docs*. Os conteúdos inseridos manualmente nesse documento fazem parte de todos os roteiros que serão enviados aos alunos após o processo de geração, já que os módulos escolhidos pela FCTool serão inseridos ao final desse documento.

O formulário de avaliação dos estudantes (*Evaluation Form*) é utilizado para a

Figura 12 – Configuração de Arquivos pelo Professor



Fonte: Elaborado pelo autor.

coleta de respostas dos alunos. A elaboração desse formulário é feita pelo próprio professor, com perguntas objetivas, de múltipla escolha usando a ferramenta do Google Forms. Nesse documento, por exemplo, os docentes podem coletar informações de autodeclaração dos alunos, por meio de questões diretas sobre o conhecimento de um determinada matéria (e.g., Você já programou em Java com Sockets?). Ou então, propor questões que avaliem o conhecimento sobre um determinado assunto (e.g., Escolha o item verdadeiro sobre o uso do DatagramOutputStream.). As respostas fornecidas no formulário de avaliação dos estudantes (*Evaluation Form*) comporão dados a serem avaliados pelas regras de adaptação descritas pelo professor. É também nesse formulário que a FCTool obtém o *e-mail* do aluno, meio utilizado para o envio do roteiro adaptado da aula invertida.

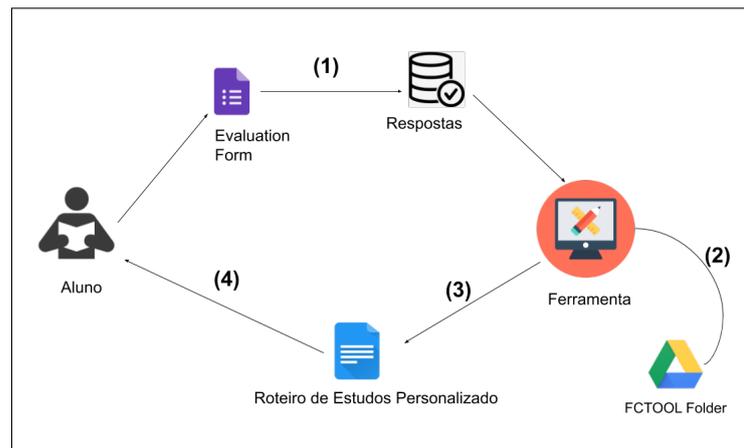
O documento *Template* é o principal elemento de configuração, e é onde o professor configura os aspectos de adaptação do roteiro personalizável. Ele também é um documento do *Google Docs*. Para possibilitar a escolha dos módulos que comporão o roteiro final, a ferramenta dispõe de funções de adaptação, que são baseadas na abordagem de linha de produto de documentos descrita no capítulo 2. Essas funções são na verdade *tags* que o professor deve inserir no documento *Template* para descrever uma regra de adaptação.

Ao se colocar na perspectiva da abordagem da Linha de Produtos de Documentos, o arquivo *Template* é o responsável por receber a definição do modelo de variabilidade. Ou seja, as possíveis variações nos documentos são modeladas no arquivo em questão.

Após a finalização do processo de criação dos três arquivos pelo professor, o formulário de avaliação de conhecimentos (*Evaluation Form*) deve ser enviado para os estudantes, para que eles respondam as perguntas e recebam um roteiro personalizado. A Figura 13 ilustra as etapas que ocorrem para o envio do roteiro adaptado.

A primeira etapa consiste no fornecimento das respostas resposta do formulário,

Figura 13 – Envio dos Roteiros Personalizados



Fonte: Elaborado pelo autor.

pelos alunos (1). Os estudantes inserem as respostas, e quando as submetem para o sistema do Google Forms, um gatilho é disparado para o acionamento da ferramenta FCTool. Quando a ferramenta é executada, os documentos *Target* e *Template*, presentes na pasta "FCTOOL" são utilizados para auxiliar o processo de criação do roteiro (2). Antes de iniciar o processo de seleção dos módulos, cria-se uma cópia do documento *Target* para a inserção de conteúdos específicos para aquele aluno. Então, as regras definidas no documento *Template* são utilizadas para a adição de módulos no documento *Target* específico e o roteiro final é produzido (3). Por fim, a ferramenta utiliza o *e-mail* coletado no *Google Forms* para o envio do link que dá acesso ao roteiro personalizado para o aluno (4).

O roteiro é disponibilizado em formato de documento do *Google*, e o título do documento é o *e-mail* fornecido pelos alunos. A utilização do *e-mail* como título foi pensada para facilitar a identificação de cada aluno, caso o discente relate problemas com o roteiro e o professor deseje fazer verificações.

Os documentos dos roteiros personalizados de cada aluno ficam armazenados em uma subpasta do sistema. O objetivo é permitir ao professor a ter acesso aos roteiros para verificar inconsistências, ou mesmo a variabilidade dos roteiros.

4.3 Funções de Adaptação

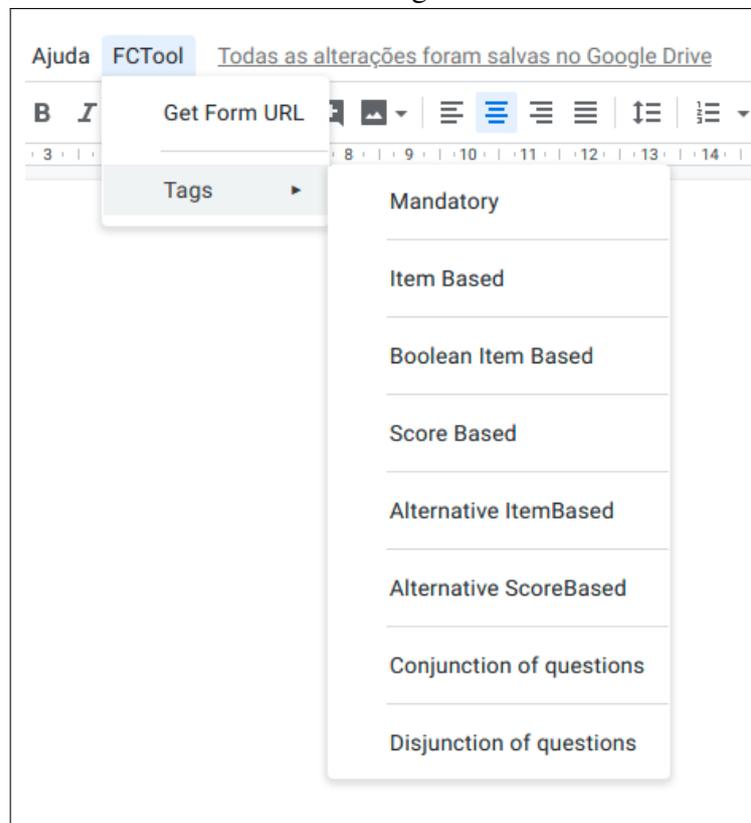
A forma de utilização das funções de adaptação se dá pelo uso de tabelas comuns no editor de texto do *Google*, onde a primeira linha guarda a *tag* para identificar o tipo de função e as demais linhas guardam os parâmetros que serão utilizados nas rotinas de adaptação.

O preenchimento das tabelas com a identificação e os argumentos das funções pode

ser feito de forma manual. No entanto, objetivando a facilitação a criação do documento, implementou-se um *menu* customizado na barra de ferramentas do *Google Docs*. A Figura 14 mostra as opções disponibilizadas no *menu* da ferramenta.

Além das *tags* das funções, o menu também disponibiliza acesso rápido ao *link* do formulário Evaluation Form, caso o professor deseje abrir o formulário de conhecimentos para analisar e fazer correspondências com o *Template*. A seção 4.3 explicita as funções disponíveis na ferramenta e os argumentos necessários para a sua correta utilização.

Figura 14 – *Menu* Customizado Inserido no Google Docs



Fonte: Elaborado pelo autor.

- **FC:mandatory:** Essa marcação é utilizada para indicar os módulos basilares que serão apresentados para todos os alunos (e.g., Introdução do roteiro, exercícios, descrição prévia da atividade de sala de aula). Assim, as respostas dos alunos no formulário não são consideradas para inserir esses módulos. O conteúdo presente no documento associado é sempre inserido no roteiro personalizado. Essa marcação possui como único parâmetro o link para o documento que contém o conteúdo a ser adicionado. A Figura 15 ilustra a tabela gerada pela ferramenta para customização pelo professor, para essa marcação.
- **FC:itemBased:** Essa marcação é utilizada para indicar módulos opcionais no roteiro,

Figura 15 – Tabela para Função "FC:mandatory"

#FC:mandatory
<< Content URL >>

Fonte: Elaborado pelo autor.

em que o professor pode definir os módulos que serão adicionados de acordo com a resposta fornecida pelo aluno para uma questão específica do formulário. O conteúdo será adicionado caso o aluno selecione o item que o professor determinar. Os parâmetros necessários nessa marcação são: (a) número da questão que será avaliada; (b) sequência do item que deverá ser marcada pelo aluno (a sequência é feita de cima para baixo, iniciando em 1); (c) link do documento que contém o conteúdo a ser inserido caso o aluno marque o item especificado anteriormente.

Esse tipo de marcação é útil para promover a autodeclaração pelos alunos. Por exemplo, o professor pode decidir delegar para o aluno a decisão de adicionar ou não uma revisão no roteiro, em vez de criar questões para avaliar o conhecimento do discente, naquele assunto específico. A Figura 16 ilustra a tabela gerada pela ferramenta.

Figura 16 – Tabela para Função "FC:itemBased"

#FC:itembased
<<Question Number>>
<< Item index (first item -> 1, second item -> 2, etc >>
<< Content URL >>

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **FC:scoreBased:** Essa marcação é utilizada para definir a adição de um módulo de conteúdo de acordo com a nota obtida pelo estudante no teste de conhecimentos prévios. A nota final é considerada como sendo a soma de todas as pontuações obtidas nas questões do formulário de avaliação. Os parâmetros utilizados nessa marcação são: (a) tipo de avaliação, que poderá ser maior que (representado pela sigla "GT") ou menor que (representado pela sigla "LT"); (b) nota de corte, que será utilizada para comparações de acordo com o tipo de avaliação definido anteriormente; (c) link do documento que contém os conteúdos a serem adicionados.

Durante a geração do roteiro personalizado, ao se deparar com essa marcação, a FCTool

vai analisar se a nota obtida pelo aluno passa pelo critério definido pelo professor, no parâmetro nota de corte. A análise é realizada de acordo com o tipo de avaliação definido. Se o professor fornecer como parâmetro de avaliação a opção GT, a FCTool só adiciona o módulo se o aluno obteve nota superior à nota de corte. Caso o professor escolha a avaliação por LT, o sistema só adiciona o módulo caso o estudante obtenha nota inferior à nota de corte. A tabela gerada na ferramenta correspondente à essa marcação pode ser visualizada na Figura 17.

Figura 17 – Tabela para Função "FC:scoreBased"

#FC:scoreBased
<< Condition - LT or GT >>
<< Target Score >>
<< Content URL >>

Fonte: Elaborado pelo autor.

- FC:alternativeItemBased:** Essa marcação permite a modelagem de módulos alternativos, semelhante ao conceito de *alternative features* da linha de produtos de documentos. O professor pode utilizar essa marcação quando desejar mostrar módulos excludentes entre si, ou seja, quando um dos módulos é adicionado ao roteiro, o outro não vai pertencer. A execução dessa marcação exige que a questão a ser avaliada tenha um item a ser escolhido e os demais não. Os parâmetros para esse tipo de marcação são: (a) questão em análise; (b) item que será avaliado; (c) primeiro link para módulo. O conteúdo contido neste link será exibido no fluxo normal, ou seja, quando o estudante marcou como certo o item em questão e por fim (d) segundo link para conteúdo. O conteúdo presente neste link será exibido no fluxo alternativo, quando o estudante marcar qualquer outro item diferente daquele considerado na marcação. A Figura 18 apresenta a tabela gerada pela ferramenta, para essa marcação
- FC:alternativeScoreBased:** Essa marcação é similar à marcação anterior (*alternativeItemBased*). Ao utilizar essa marcação, o professor considera conteúdos exclusivos entre si, que serão adicionados ou não no roteiro, de acordo com a nota obtida pelo aluno no teste de conhecimentos prévios à aula. Os parâmetros utilizados nessa marcação são: (a) tipo de avaliação, que poderá ser maior que (GT) ou menor que (LT); (b) nota de corte, que será utilizada para comparações de acordo com o tipo de avaliação definido anteriormente;

Figura 18 – Tabela para Função "FC:alternativeItemBased"

#FC:alternativeItemBased
<< Question Number >>
<< Item index (first item -> 1, second item -> 2, etc >>
<< Content URL for the main flow. >>
<< Content URL for the alternative flow >>

Fonte: Elaborado pelo autor.

(c) primeiro link de conteúdos a serem adicionados. Esses conteúdos serão adicionados caso o aluno tenha sucesso no teste (tipo de avaliação + nota de corte); (d) segundo link de conteúdos a serem adicionados. Esses conteúdos são adicionados nos casos em que os alunos não tenham sucesso no teste. A Figura 19 ilustra a tabela gerada pela ferramenta para customização pelo professor, para essa marcação.

Figura 19 – Tabela para Função "FC:alternativeScoreBased"

#FC:alternativeScoreBased
<< Condition - LT or GT >>
<< Target Score >>
<< Content URL for the main flow. >>
<< Content URL for the alternative flow >>

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **FC:booleanItemBased:** Essa marcação é similar à marcação "itemBased", porém o principal objetivo é verificar se o aluno acertou ou não a questão, em vez de considerar item por item, como é feito na marcação "itemBased". Essa marcação pode ser utilizada para modelar o resultado de questões múltipla escolha e também questões de *checkbox*, em que mais de um item pode ser selecionado ao mesmo tempo. Caso o professor decida utilizar essa marcação, o módulo correspondente só será adicionado nos casos os quais os alunos não acertem as questões. Os parâmetros utilizados nessa marcação são: (a) questão a ser avaliada; (b) link de conteúdos para adição no roteiro. A tabela gerada para essa marcação pode ser visualizada na Figura 20
- **FC:conjunction:** Essa marcação tem como objetivo possibilitar a análise de mais de uma questão ao mesmo tempo. O professor pode adicionar quantas questões deseje para serem

Figura 20 – Tabela para Função "FC:booleanItemBased"

#FC:booleanItemBased
<< Question Number >>
<< Content URL >>

Fonte: Elaborado pelo autor.

analisadas de forma conjunta. Essa função se assemelha com a semântica do conector “e”. Assim, pode ser feita análise se o aluno acertou uma questão concomitantemente com outra(s). O conteúdo presente no link fornecido só será adicionado se os alunos não acertem todas as questões fornecidas na marcação. Ou seja, o objetivo é verificar se o aluno está errando um conjunto de questões concomitantemente. Os atributos utilizados nessa marcação são: (a) questões em consideração (uma em cada linha da tabela); (b) link de conteúdos que poderão ser adicionados. A tabela gerada para essa marcação pode ser vista em 21

Figura 21 – Tabela para Função "FC:conjunction"

#FC:conjunction
<< First Question >>
<< Second Question >>
<< ... Question >>
<< Content URL >>

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **FC:disjunction:** Marcação que também é utilizada para consideração de mais de uma questão, mas nesse caso, a semântica utilizada é a do conectivo “ou”. Assim, o conteúdo presente na tag só será adicionado caso o estudante não acerte uma das questões. Atributos da marcação: (a) questões em consideração (uma em cada linha da tabela); (b) link de conteúdos para possível adição no roteiro.

Figura 22 – Tabela para Função "FC:disjunction"

#FC:disjunction
<< First Question >>
<< Second Question >>
<< ... Question >>
<< Content URL >>

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Exemplo e Instruções de Uso

4.4.1 Contextualização

Para a melhor compreensão da forma de utilização da ferramenta no contexto de Aulas Invertidas, considere-se que o professor deseja ministrar uma aula invertida de *Sockets* na disciplina de Sistemas Distribuídos, utilizando FCTOOL. Esse conteúdo é fundamental para o correto entendimento e implementação das comunicações entre sistemas e geralmente está presente nas disciplinas de SD.

Como a aula foi concebida com a utilização da abordagem de Aula Invertida, o professor elaborou uma atividade em grupo, com o objetivo de proporcionar a aplicação dos conhecimentos dos alunos em sala de aula. Além da atividade em sala, o docente também pretende oferecer um roteiro de estudos para os alunos.

Para começar a preparação do material que seria entregue aos alunos, o professor dividiu os conteúdos que iriam compor o roteiro em módulos. Cada módulo foi guardado em um documento do *Google Docs*, de propriedade do professor. Esses documentos continham conteúdos sobre *Socket* e sobre conhecimentos prévios relacionados à essa matéria. O professor produziu seis módulos, descritos a seguir:

1. **Main:** Esse módulo continha o conteúdo principal da aula, onde o professor fez uma explanação breve sobre *Sockets*, além de explicar como seriam conduzidas as atividades em sala de aula. A explicação sobre *Sockets* desse módulo era suficiente para a condução da atividade em sala, caso o discente tivesse conhecimentos básicos sobre *Sockets*, adquiridos em outras aulas. De acordo com a modelagem pensada pelo professor, esse módulo deveria compor todos os roteiros que seriam gerados, para que todos os alunos pudessem ter acesso às instruções das atividades que serão executadas em sala de aula.

2. **Revisão das Camadas de Transporte** : Esse módulo era composto por conteúdos sobre os protocolos *Transmission Control Protocol* (TCP) e *User Datagram Protocol* (UDP), que eram conhecimentos prévios para o entendimento de *Sockets*.
3. **Objetos de *Stream***: Os conteúdos de objetos de *stream* também faziam parte dos conhecimentos prévios que os alunos deveriam ter para a aula. Nesse módulo, o professor decidiu adicionar conteúdos que explicam como utilizar os objetos de *stream* em redes de computadores, fazendo associações com os conhecimentos necessários para a participação na atividade em sala.
4. ***Sockets* em Java**: Esse módulo é composto por conteúdos básicos sobre a matéria e era dedicado aos alunos que tinham pouco ou nenhum conhecimento sobre *Sockets*. O principal objetivo desse módulo era possibilitar que os alunos com pouco ou nenhum conhecimento na matéria pudessem acompanhar as atividades conduzidas na aula presencial.
5. **Uso de *Threads* em *Sockets***: Esse módulo apresenta conceitos mais avançados sobre a matéria de *Sockets*, relacionando com *Threads*. Para o correto entendimento dos conteúdos apresentados nesse módulo, os alunos precisavam possuir uma boa base de conhecimentos na matéria de *Sockets*.
6. **Exercícios** : Os exercícios sobre a matéria, que eram entregues a todos os alunos, eram armazenados nesse módulo. Esses exercícios tinham como principal objetivo medir o quanto os alunos estavam preparados para a aula. Para incentivar que os alunos respondessem as questões, o professor decidiu que a nota obtida iria compor a média final da disciplina. Assim como o módulo "Main", esse módulo deve estar presente em todos os roteiros dos alunos, para que todos possam testar seus conhecimentos antes da aula presencial.

Após a fase de preparação dos módulos, com os conteúdos que irão compor os roteiros personalizados dos alunos, o professor parte para a criação dos arquivos a serem inseridos na ferramenta. Essa tarefa é descrita na seção 4.4.2.

4.4.2 Criação dos Arquivos da Ferramenta

Para que a ferramenta seja utilizada, é necessário que os três documentos que são utilizados pela ferramenta estejam na mesma pasta do *Google Drive*. Quando o professor começa a criar os arquivos, ele deve colocá-los nessa pasta e chamá-la de "FCTOOL". Os arquivos que ele cria para a adaptação, são chamados *target*, *template* e *evaluationForm*. É importante que essa nomenclatura seja respeitada, para que a ferramenta possa fazer a correta identificação de

cada um deles durante o processo de adaptação.

A criação e definição de regras nos arquivos da ferramenta pode ser iniciada por qualquer um dos documentos, mas recomenda-se que a inserção de perguntas no formulário *Evaluation Form* seja feita em conjunto com a definição das regras de adaptação no documento *template*. Características como a ordem de inserção das perguntas, a ordem dos itens e a pontuação atribuída a cada questão influenciam diretamente na modelagem a ser feita no documento.

O documento *Target* guarda informações que irão pertencer a todos os roteiros gerados. Como o próprio nome já sugere, esse documento será utilizado como o "alvo", onde todos os conteúdos dos módulos serão inseridos. Como todo conteúdo será inserido no fim do documento, tudo o que for colocado inicialmente no documento *Target* irá se replicar para todos os roteiros. Uma boa prática para esse arquivo, é a inserção de cabeçalhos.

Na configuração do formulário *evaluationForm*, as perguntas deverão ser obrigatórias, para que as respostas dos estudantes respeitem a ordem definida nos documentos. Também é essencial que a coleta de *e-mails* habilitada, para que a rotina de envio de *e-mails* possa ser utilizada para entregar os roteiros de forma individualizada.

O professor decide começar pelo arquivo "Target". Ele insere o cabeçalho do roteiro, que contém, entre outras informações, o nome da disciplina, o período letivo e o nome do docente que está ministrando a aula. Em seguida, ele parte para a criação do documento "Template" e do formulário de perguntas "Evaluation Form". Ele decide que vai começar o roteiro com a possibilidade de os alunos receberem uma revisão sobre os protocolos da camada de transporte, antes mesmo de iniciar qualquer explicação sobre a atividade ou o conteúdo da aula. Ele escolhe utilizar uma auto avaliação como método para definir se os alunos receberão ou não o roteiro. Assim, o docente cria uma pergunta direta no formulário para saber se os alunos desejam receber o módulo de revisão. No documento "Template", ele utiliza a função de adaptação "itemBased" para avaliar se adiciona ou não o conteúdo, de acordo com a resposta do aluno. A Figura 23 ilustra como fica a tabela correspondente à essa marcação preenchida.

Para essa tabela, precisa-se definir qual a questão (número 1) que o conteúdo está relacionado, qual o item que deve ser considerado para a adição do módulo (nesse caso, item 1), e qual o link do documento correspondente ao módulo.

Em seguida, o docente decide que vai inserir a contextualização sobre a matéria e explicação da atividade que vai ser realizada na aula presencial. Esses conteúdos estão

Figura 23 – Uso da Marcação itemBased

#FC: itembased
1
1
https://docs.google.com/document/d/1KyzualccYwLQLYgxPi47CApcqczZliH8JCIFGr1mBZg/edit

Fonte: Elaborado pelo autor.

armazenados no módulo "Main". Como o professor deseja que esse conteúdo seja visto por todos os alunos, ele utiliza a função "mandatory" para inserir esse módulo em todos os roteiros. A Figura 24 ilustra o funcionamento da tabela referente a essa função. Após definir a marcação para a função Mandatory, basta definir o link do documento *Google Docs* correto.

Figura 24 – Uso da Marcação mandatory

#FC:mandatory
https://docs.google.com/document/d/1bongkW9nf9aiUWSzY4qXimT4_s702dOhuDaQo-bKb9s/edit

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a apresentação dos conteúdos contidos no módulo "Main", o professor deseja disponibilizar uma revisão de objetos de *Streaming*, para os alunos que ainda precisem revisar esse conteúdo. Dessa vez, ele decide utilizar uma questão sobre esse conceito, para avaliar os conhecimentos que os alunos possuem, e então decidir se adiciona ou não o módulo.

Para isso, ele utiliza a função de adaptação "booleanItemBased", que vai adicionar esse módulo nos roteiros de estudantes que não acertem a questão relacionada a essa matéria. Para isso, o professor deve definir no formulário qual a resposta correta, para que a ferramenta possa buscar essa informação no conjunto de respostas e fazer a análise correta. A Figura 25 ilustra como essa marcação deve ser utilizada. Além da definição da marcação, é necessário que o professor defina qual a questão está sendo avaliada e em seguida forneça o *link* referente ao módulo que guarda as informações relacionadas.

Para a adição do módulo de conhecimentos básicos sobre *Sockets*, o professor decide que vai utilizar a nota final obtida pelo aluno no teste. A soma de pontos desse formulário de avaliação é oito, então o professor decide que vai utilizar a nota 4 (50%) como nota de corte. Ou seja, os alunos que não obtiverem a nota pelo menos 4, vão receber o conteúdo básico sobre

Figura 25 – Uso da Marcação booleanItemBased

#FC:booleanItemBased
7
https://docs.google.com/document/d/1msvNy3L00ckFeCr6Z12922J5R1mHuTAe02mJHmDjqwk/edit

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sockets. Para essa regra ser adotada, o docente utiliza a marcação "scoreBased", definindo a condição para menor que (ou *Less Than* - LT) 4 pontos. A Figura 26 apresenta a tabela referente à marcação feita pelo professor. O parâmetro de avaliação LT foi utilizado para indicar que o conteúdo delimitado nessa tabela seria inserido caso a nota total obtida pelo estudante for inferior à nota de corte definida na linha logo abaixo (nesse caso, 4). Em seguida, o professor fornece o *link* do módulo que contém esses exercícios para ser adicionado no roteiro final.

Figura 26 – Uso da Marcação scoreBased

#FC:scoreBased
LT
4
https://docs.google.com/document/d/1yeMoblZtg3n23VLh5D0qR-wFUPFPdSM3PYbEkLnR0HM/edit

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para adição do módulo de *Thread* em *Sockets*, o professor também utiliza a marcação "booleanItemBased". Assim, os alunos que acertarem a questão relacionada a esse assunto não receberão o módulo correspondente no seu roteiro, já os alunos que errarem essa questão, vão receber o módulo no roteiro personalizado.

Ao final do roteiro, o professor utiliza a marcação "mandatory" para definir que todos os roteiros irão receber o módulo de exercícios.

O documento *template* completo dessa aula pode ser encontrado no Apêndice A.

Quando o processo de criação dos arquivos é finalizado, o professor envia o formulário "Evaluation Form" para todos os estudantes, para que eles respondam e recebam seus roteiros.

O formulário *Evaluation Form* produzido para este exemplo pode ser visto por completo no Apêndice B.

Assim que os estudantes respondem o formulário de conhecimentos, a ferramenta se encarrega de produzir o roteiro personalizado e enviar para o *e-mail* fornecido, de forma automática. Os roteiros personalizados ficam armazenados em uma subpasta da ferramenta, para consultas posteriores.

4.5 Aspectos de Programação

Para a demarcação dos conteúdos a serem inseridos e o tipo de adaptação que será feito, a ferramenta se utiliza de tabelas do *Google Docs*. As tabelas guardam informações de qual a *tag* que está sendo utilizada e parâmetros que serão passados para as funções que correspondem a cada *tag*.

A organização das informações na tabela é feita de forma que todas as tabelas possuem pelo menos duas linhas: uma para determinar qual a função que se deseja utilizar e a outra com o link do arquivo que guarda os conteúdos para serem adicionados no roteiro final a ser enviado para os alunos. Parâmetros específicos podem ser usados para cada função, e esses são adicionados na tabela, respeitando-se a ordem de cada parâmetro na linha correspondente nas tabelas.

Para cada tipo de função chamada, rotinas específicas foram criadas e o aspecto de cada função é determinante para a decisão de como será feita a adição dos conteúdos no documento *target*. A Figura 27 traz o código utilizado para o tratamento da tag "#FC:scoreBased", onde a adição de conteúdo em *target* depende da nota que o aluno obteve no teste de conhecimentos.

Todas as funções de adaptação fazem uso da rotina "*appendSubcontent(URL)*" para a inserção dos conteúdos. Essa rotina percorre o documento correspondente ao *link* fornecido na tabela, adicionando os componentes no documento alvo, à medida que faz a varredura desse documento de conteúdos. A Figura 28 mostra o código que executa esse procedimento. A função *appendSubcontent* utiliza a função *DocumentApp.openByUrl* para capturar o corpo do documento de origem e salvar em uma variável.

O *Google Docs* utiliza o conceito de elementos filhos para definir a estrutura de um documento. Assim, utilizou-se uma variável de iteração entre os filhos do elemento raiz para a verificação do tipo. Os tipos considerados para serem copiados foram: parágrafos, tabelas, listas e imagens.

Figura 27 – Código para Escolha da Função de Adaptação

```

for(var i=0; i<tablesOriginal.length; i++){

    tableIterator = tablesOriginal[i].copy();
    var tag = tableIterator.getCell(0,0).getText();

    if(tag == "#FC:scoreBased"){

        var expressionType = tableIterator.getCell(1, 0).getText();
        var value = tableIterator.getCell(2, 0).getText();
        var url = tableIterator.getCell(3, 0).getText();
        var flag = evaluateAnswers(expressionType,value );
        if (flag == true){
            appendSubcontent(url);

        }

    }

    else if(tag == "#FC:alternativeScoreBased"){

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28 – Inserção de Conteúdos de Outros Documentos

```

function appendSubcontent(documentURL){

    var documentSubcontent = DocumentApp.openByUrl(documentURL);
    var bodySubcontent = documentSubcontent.getBody();
    var numChildren = bodySubcontent.getNumChildren();
    for(var elementIterator = 0; elementIterator<numChildren;elementIterator++){
        var element = bodySubcontent.getChild(elementIterator).copy();
        var type = element.getType();
        if( type == DocumentApp.ElementType.PARAGRAPH )
            bodyAlvo.appendParagraph(element);
        else if( type == DocumentApp.ElementType.TABLE )
            bodyAlvo.appendTable(element);
        else if( type == DocumentApp.ElementType.LIST_ITEM )
            bodyAlvo.appendListItem(element);
        else if( type == DocumentApp.ElementType.INLINE_IMAGE )
            bodyAlvo.appendImage(element);
    }

}

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Limitações da Ferramenta

O desenvolvimento dessa ferramenta fez parte de um estudo global sobre o uso de uma abordagem que combina Aulas Invertidas e Aprendizagem Adaptativa para o ensino de Sistemas Distribuídos. O tempo de desenvolvimento da pesquisa foi dividido com várias outras atividades referentes ao desenvolvimento de uma abordagem de ensino e levantamento de necessidades dos usuários. Assim, o tempo dedicado ao desenvolvimento da ferramenta foi

reduzido.

Dessa forma, a ferramenta desenvolvida apresenta algumas limitações, como a falta de interface gráfica, a falta de *feedback* durante a criação dos arquivos, a necessidade de configuração de arquivos separados, dependência das ferramentas *Google*, entre outros.

A limitação causada pela ausência de interface gráfica pode tornar a aplicação mais difícil de ser entendida por professores, na hora de realizar a modelagem. A necessidade de utilização de marcações em tabelas pode ser um obstáculo para o correto entendimento do funcionamento da aplicação, assim como pode dificultar a usabilidade por parte dos professores.

A ferramenta também não fornece *feedback* para os professores, durante a produção dos arquivos. Isso pode dificultar a identificação de erros durante a utilização pelos professores, que podem não identificar quando alguma chamada à funções ou demarcações não estejam sendo definidas de acordo com as regras da ferramenta. Atualmente, para os docentes verificarem se a adaptação está funcionando de acordo com o que foi planejado, eles precisam responder ao formulário com as questões, simulando a utilização por um aluno.

A necessidade de configuração de vários arquivos também pode ser um fator limitante da ferramenta, já que para o correto funcionamento da aplicação, a configuração de três tipos diferentes de arquivos é necessária.

Como essa ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de se associar aos produtos existentes da *Google*, o seu uso está diretamente associado ao uso das soluções dessa empresa. Assim, não será possível a execução da ferramenta com as soluções mais tradicionais de aplicativos de escritório (e.g. *Microsoft Office*).

Além das limitações técnicas da ferramenta, deve-se destacar que o software desenvolvido foi concebido para auxiliar o professor, servindo como apoio ao processo de criação da aula e não substitui o papel do docente em desenvolver a modelagem da estrutura do roteiro, de acordo com as metodologias ativas de ensino que este queira utilizar. Assim, professores precisam de motivação para o uso desse tipo de metodologia de ensino. É interessante que os docentes estejam qualificados no que se refere ao desenvolvimento de materiais instrucionais que potencializem as metodologias ativas.

4.7 Conclusão

Nesse capítulo, a ferramenta desenvolvida nessa pesquisa foi apresentada em detalhes. Os princípios de design que nortearam o desenvolvimento da solução foram elucidados

elencados e explicados. Os componentes da ferramenta e as funções de adaptação também foram explorados.

Instruções de uso também foram disponibilizadas para a utilização da ferramenta. O processo de criação dos arquivos e definição das regras de adaptação foi contextualizado e exemplificado para o melhor entendimento da ferramenta desenvolvida nesta pesquisa.

Os aspectos de programação e limitações apresentadas pela ferramenta também foram detalhados nesse capítulo.

5 AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA DESENVOLVIDA

A avaliação de FCTOOL foi realizada após o desenvolvimento da abordagem e implementação da primeira versão da ferramenta. Primeiramente, os alunos da disciplina foram avaliados em relação às suas impressões sobre as aulas, além do seu desempenho na disciplina de SD. Em seguida, os professores puderam avaliar a ferramenta FCTOOL.

5.1 Objetivos da Avaliação

A corretude e a adequação metodológica da ferramenta desenvolvida nesta pesquisa foram avaliadas nas perspectivas dos alunos e professores de Sistemas Distribuídos.

A avaliação com os professores buscou analisar a aceitação da nova tecnologia desenvolvida, assim como a facilidade de uso e utilidade da solução proposta. Essa avaliação pode ser encontrada na seção 5.2.

Já a avaliação com alunos objetivou colher informações sobre a adequação dos roteiros produzidos, em relação às necessidades de estudo dos alunos. Foram avaliados critérios como organização dos conteúdos no roteiro, utilidade e adequabilidade dos conteúdos com os conhecimentos prévios dos discentes e a contribuição do guia de estudos para a condução dos estudos individuais. A análise da motivação para se ter outras Aulas Invertidas e Adaptativas também foi objetivo da avaliação com os estudantes. Para o melhor entendimento do impacto das aulas na aprendizagem, buscou-se avaliar o desempenho dos estudantes ao serem submetidos à abordagem de ensino dessa pesquisa. A Seção 5.3 traz detalhes sobre as análises realizadas com os alunos.

5.2 Avaliação com Professores

5.2.1 Contexto

A avaliação com os professores foi feita de forma qualitativa e ocorreu em duas seções, com professores de SD da Universidade Federal do Ceará (UFC), campus Quixadá e do Instituto Federal do Ceará (IFCE), campus Tianguá.

A primeira seção teve como objetivo a execução do teste da ferramenta com o professor da UFC. O teste foi realizado em laboratório, com a presença do autor deste trabalho.

A segunda seção foi destinada à execução do teste com o professor do IFCE. A

avaliação foi realizada por meio de vídeo conferência, já que o professor se encontrava em outra cidade.

Os perfis dos professores eram semelhantes no tocante ao ensino de Sistemas Distribuídos. Ambos lecionam para turmas de graduação, não utilizam metodologias ativas de ensino nas conduções das aulas e utilizam aulas práticas no decorrer do semestre com o objetivo de reforçar a aprendizagem.

Os docentes também utilizam revisões de conteúdos prévios para facilitar a aprendizagem dos alunos. O professor da UFC realiza revisões de assuntos das disciplinas de Sistemas Operacionais e Redes de Computadores, enquanto o Docente do IFCE conduz revisões de conteúdos 4 disciplinas: Sistemas Operacionais, Redes de Computadores, Programação Concorrente e Programação Web.

Quanto à percepção dos professores sobre seus alunos, os docentes apresentam opiniões distintas. O docente da UFC considera que as turmas de SD são compostas por estudantes com dificuldade moderada para o correto entendimento das matérias ensinadas na disciplina. Já o professor do IFCE acredita que os alunos se apresentam bem preparados para o correto entendimento das matérias ensinadas na disciplina.

5.2.2 *Materiais e Métodos*

Para a coleta de impressões dos professores sobre o teste conduzido, utilizou-se um questionário, desenvolvido no *Google Forms*. Esse formulário contava com afirmações sobre a ferramenta, e os professores assinalavam respostas de concordância baseadas na escala Likert (LIKERT, 1932). No final do formulário, os professores poderiam registrar comentários sobre como melhorar a ferramenta e também como melhorar as funções de adaptação disponibilizadas. Algumas perguntas presentes nesse instrumento de avaliação foram baseadas nos estudos realizados por (SILVA *et al.*, 2015).

O formulário objetivou registrar informações referentes à utilidade e facilidade de uso da ferramenta desenvolvida. Além das informações colhidas no formulário, o tempo decorrido para a produção da aula foi registrado por meio de um cronômetro.

5.2.3 *Procedimentos*

As seguintes etapas foram seguidas nos testes da ferramenta, pelos professores: (a) treinamento, (b) uso prático e (c) avaliação.

Na fase de treinamento, os professores foram orientados sobre a abordagem desenvolvida nessa pesquisa, que relaciona Aprendizagem Adaptativa com Aulas Invertidas para o Ensino de Sistemas Distribuídos. Eles foram orientados também sobre o processo de criação dos arquivos e uso das funções de adaptação desenvolvidas para serem utilizadas com a ferramenta.

Em seguida, na fase de uso prático, cada professor era solicitado a desenvolver uma aula para o ensino de *Sockets*, utilizando a ferramenta. O objetivo principal era a avaliação da adaptação de conteúdos, e não a avaliação da qualidade dos conteúdos que seriam inseridos pelos professores. Assim, na fase de uso, os professores foram orientados a não produzir conteúdos para aula, apenas indicar as matérias e tópicos que incluiriam no roteiro. Os professores podiam tirar dúvidas a qualquer momento em relação ao uso da ferramenta, criação de arquivos e funções de adaptação associadas.

Após a produção da aula, os professores forneceram *feedback* e responderam um questionário de avaliação da ferramenta.

5.2.4 Resultados

Entre as perguntas dispostas no formulário, os professores analisaram as seguintes afirmativas, no que se refere à utilidade da ferramenta desenvolvida: "A utilização da ferramenta proposta é importante e adiciona valor à Aula Invertida Adaptativa"(P1), "O uso da ferramenta torna a produção de conteúdos para a Aula Invertida Adaptativa mais interessante"(P2) e "Utilizar a ferramenta produz o efeito desejado na minha atividade de produção de Aula Invertida Adaptativa"(P3).

A tabela 2 ilustra as respostas fornecidas pelos dois docentes.

Tabela 2 – Avaliação de Utilidade

	P1	P2	P3
Professor UFC	Concordo	Concordo	Concordo Fortemente
Professor IFCE	Concordo Fortemente	Concordo	Concordo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na perspectiva de facilidade de uso da ferramenta, duas perguntas foram utilizadas para analisar a facilidade de uso da solução desenvolvida: "Usar a ferramenta facilita a realização do meu trabalho"(P4) e "Trabalhar com a ferramenta é agradável"(P5). A Tabela 3 ilustra as respostas fornecidas para essas perguntas.

Tabela 3 – Avaliação da Facilidade de Uso

	P4	P5
Professor UFC	Concordo	Concordo
Professor IFCE	Concordo	Discordo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao tempo necessário para a criação dos arquivos e projeto da aula, o professor da UFC demorou 48 minutos para a elaboração da estrutura do roteiro de estudos e criação dos arquivos necessários para o funcionamento da ferramenta. Já o professor do IFCE precisou de 42 para executar as atividades.

5.2.5 *Discussão*

Os resultados apresentados indicam que os professores aprovaram o uso da ferramenta desenvolvida. As análises de afirmativas que se relacionaram à utilidade da solução oscilaram entre "concordo" e "concordo fortemente", o que mostra que os professores consideram a ferramenta útil para o contexto de produção de roteiros de aula invertida. A facilidade de uso da ferramenta também foi bem avaliada pelos docentes.

Apesar de nenhum dos dois professores utilizar metodologias ativas em suas turmas de Sistemas Distribuídos, ambos aprovaram a abordagem proposta e afirmaram que utilizariam a ferramenta em um contexto de Aulas Invertidas.

Os docentes utilizam aulas práticas como forma de praticar e contextualizar os conteúdos aprendidos pelos alunos. A produção de materiais de ensino personalizados para serem entregues aos alunos pode ser facilitada por meio da utilização da ferramenta desenvolvida. Os momentos para aulas práticas já presentes na metodologia de ensino atual dos professores, em conjunto com o uso da ferramenta formam o contexto ideal para a adoção de Aulas Invertidas pelos professores avaliados.

5.2.6 *Ameaças à Validade*

Alguns aspectos relacionados à avaliação com os professores podem ser considerados como ameaças à validade dos resultados obtidos. A presença do autor dessa pesquisa na condução dos testes pode ter enviesado a percepção de utilidade e facilidade de uso pelos professores. Isso se deve ao fato que as dúvidas quanto ao uso da ferramenta poderiam ser esclarecidas no exato momento que surgissem, por meio de perguntas diretas ao especialista.

O tópico escolhido para orientar a produção do roteiro (*Sockets*) também pode

ser considerado uma ameaça. A familiaridade ou não com os conceitos envolvidos para o ensino dessa matéria é variável para cada docente, o que torna a percepção de facilidade para a elaboração de um roteiro oscilante de acordo com o quanto o professor está confortável com o assunto.

5.3 Avaliação com Alunos

5.3.1 Contexto

A avaliação da ferramenta que foi desenvolvida nessa pesquisa foi feita com alunos e ocorreu em três sessões da disciplina de Sistemas Distribuídos. Os participantes do estudo foram alunos dos cursos de Bacharelado em Sistemas e Mídias Digitais (SMD) e do programa de pós graduação Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação (MDCC), ambos da UFC. A turma foi constituída por 26 alunos heterogêneos em relação ao nível acadêmico (graduandos e pós-graduandos). Diversos alunos de pós graduação são professores de ensino superior, atuando em instituições públicas e privadas de ensino, enquanto que os alunos de graduação são em sua maioria estudantes sem atividades profissionais ligadas à área da informática. A maioria das aulas presenciais ocorreram em laboratório de informática e duravam aproximadamente três horas e trinta minutos. Após cada aula, os estudantes recebiam formulários online para que realizassem a avaliação da aula conduzida e do roteiro de estudos recebido.

A primeira sessão de avaliação ocorreu durante a aula invertida de Interoperabilidade. Nessa aula, 23 estudantes tiveram seus roteiros personalizados gerados pela ferramenta. No entanto, apenas 7 responderam os formulários de avaliação da aula.

A segunda sessão aconteceu durante a aula de *Sockets* e *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Para cada um dessas matérias, os alunos recebiam um roteiro para estudo, mas as atividades da aula presencial das duas matérias ocorreram no mesmo dia, onde metade da aula foi dedicada às atividades de *Sockets* e a outra metade dedicada às atividades de MQTT. A quantidade de discentes que participaram da aula invertida de *Socket* foi de 24 alunos. Já na aula invertida de MQTT, participaram 22 alunos. Um formulário de avaliação da aula foi disponibilizado, para que os alunos fizessem a avaliação da aula. Esse formulário era composto por perguntas relativas à condução da aula invertida de *Socket* e MQTT e contou com 17 respostas.

A terceira e última avaliação foi feita na aula de *Blockchain*. Participaram dessa aula

17 alunos, mas apenas 9 alunos receberam roteiros personalizados, já que a turma foi dividida para a condução de um quasi-experimento, descrito em 5.3.4.4. A quantidade de alunos que forneceram respostas para o formulário de avaliação foi em número de 6.

Foram avaliados os roteiros de estudos personalizados referentes às aulas de Interoperabilidade, *Sockets*, MQTT e *Blockchain*

5.3.2 *Materiais e Métodos*

Os formulários desenvolvidos contaram com perguntas elaboradas utilizando-se a escala de *Likert*. Algumas perguntas presentes nos formulários foram inspiradas na avaliação de aulas invertidas apresentada no estudo realizado por (ZAPPE; LEICHT, 2009).

O formulário entregue aos estudantes apresentava questionamentos sobre a adequação dos roteiros fornecidos, sobre a adequação dos conteúdos entregues por meio do roteiro com a aula prática e a aceitabilidade da abordagem utilizada na aula. No fim do formulário, os estudantes poderiam fornecer sugestões e comentários sobre os roteiros personalizados e sobre a condução das práticas em sala de aula. O formulário utilizado para colher respostas dos alunos pode ser visualizado no Apêndice D.

Para a avaliação do ganho de conhecimento dos alunos, foi utilizada a técnica do pré-teste/pós-teste (DIMITROV; JR, 2003). Nesse método, os alunos são submetidos a duas avaliações de conhecimento: uma antes do início da aula e outra ao final. Nessa pesquisa, as perguntas presentes na avaliação eram idênticas, nos dois testes submetidos aos alunos.

As fases de pré-teste e pós-teste foram conduzidas no momento anterior à aula presencial. Assim, o ganho de conhecimento avaliado tem relação com o estudo individual dos alunos, em momento prévio à aula com o professor em sala.

O formulário de conhecimentos para a geração do roteiro personalizado era utilizado como o pré-teste. A pontuação obtida no pré-teste era guardada antes mesmo de o aluno receber o roteiro para estudo em casa. O pós-teste foi inserido no final do roteiro de estudos de todos os alunos, sendo parte obrigatória (as respostas fornecidas seriam pontuadas para a obtenção da nota final dos estudantes).

Durante a aula de *Blockchain*, além do método de pré-teste / pós-teste, executou-se um quasi-experimento para a comparação de desempenho dos alunos. A turma foi dividida em dois grupos. Executou-se um pré-teste para a divisão dos grupos. A turma foi separada de acordo com a nota obtida pelos estudantes, de forma que os dois agrupamentos tivessem médias

similares. O grupo de controle recebeu um roteiro sem adaptações. O grupo experimento recebeu um roteiro personalizado. Nesse estudo, os grupos não recebiam testes diferentes, apenas os materiais de estudo divergiam. O estudo realizado é considerado um quasi-experimento, pois não se tinha a gerência sobre como os estudantes estavam explorando os materiais, ou resolvendo os exercícios (falta de controle). Além disso, os grupos foram separados de acordo com as notas obtidas, de forma que as médias obtidas no teste inicial fossem equivalentes nos dois grupos (falta de aleatoriedade na seleção).

5.3.3 *Procedimento*

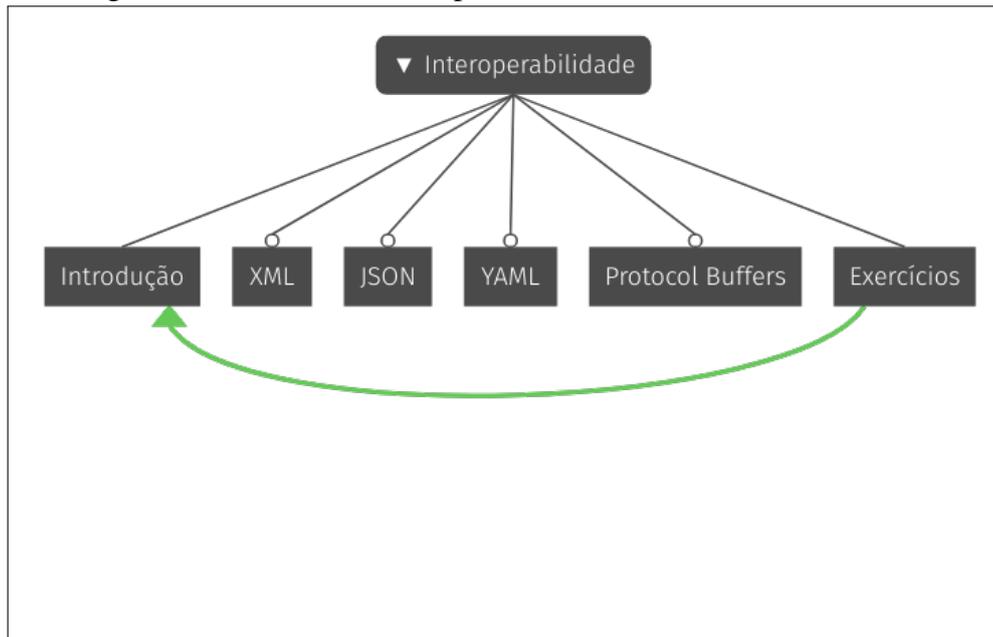
Em cada uma das aulas, o professor responsável pela disciplina realizava a modelagem dos conteúdos e possíveis trilhas de aprendizagem que os alunos iriam seguir, no documento de *template* da ferramenta. O professor também modelava o documento *target* e o formulário de avaliação de conhecimentos. Em seguida, os alunos recebiam o *link* de avaliação de conhecimentos através do sistema acadêmico e forneciam suas respostas. A ferramenta então utilizava essas respostas para a produção e envio de um roteiro de estudos personalizado para cada aluno, de forma automática. Em seguida, os estudantes seguiam o roteiro e conduziam o estudo de maneira individual. No dia da aula, os discentes resolviam problemas propostos relacionados à matéria estudada, e eram incentivados a fazê-los de forma colaborativa. Ao final da aula, entregavam as atividades para correção pelo professor. Formulários de avaliação da aula conduzida foram disponibilizados e os estudantes encorajados a respondê-los. As respostas e comentários fornecidos pelos estudantes eram utilizados para aprimorar a elaboração da aula seguinte. Os roteiros utilizados para as aulas conduzidas são descritos a seguir.

5.3.3.1 *Aula de Interoperabilidade*

O roteiro de estudos de interoperabilidade teve como objetivo apresentar o conceito de representação externa de dados de comunicação em Sistemas Distribuídos. A Figura 29 ilustra as dependências dos módulos da aula de Interoperabilidade, utilizando a representação de um diagrama de *Features*. Pode-se perceber que esse roteiro possui quatro módulos opcionais e dois obrigatórios. Além disso, o módulo Exercícios possui como requisito o módulo de Introdução.

O primeiro módulo do roteiro era composto por uma introdução da aula e contextualização sobre o assunto de interoperabilidade. Esse módulo era obrigatório para todos os estudantes da disciplina. Em seguida, de acordo com as respostas fornecidas na avaliação de

Figura 29 – Diagrama de *Feature* de Interoperabilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

conhecimentos, o roteiro poderia receber os módulos opcionais que continham os conteúdos de *Extensible Markup Language* (XML), *JavaScript Object Notation* (JSON), *YAML Ain't Markup Language* (YAML) e *Protocol Buffers*. Cada um desses conteúdos era armazenado em um módulo diferente. Em seguida, o módulo de exercícios relacionados à essa aula era adicionado e o roteiro finalizado.

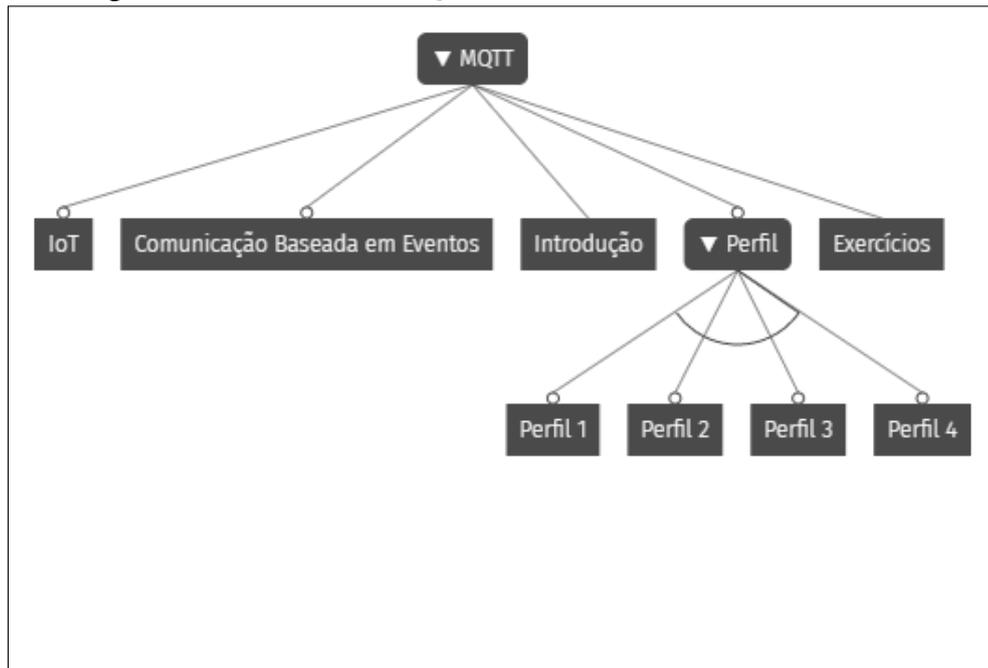
5.3.3.2 Aula de MQTT/Socket

A aula desenvolvida para o ensino de MQTT objetivou apresentar esse protocolo, assim como contextualizar e demonstrar sua importância e aplicação na conjuntura de *Internet of Things* (IOT). Nessa aula, além da adaptação por conhecimentos prévios, os perfis dos alunos também foram considerados. Foram idealizados possíveis perfis de estudantes, em relação à familiaridade com conceitos de programação e com bibliotecas de MQTT. Os perfis eram autodeclarados e os conteúdos foram adicionados de acordo com o perfil escolhido pelo próprio aluno.

A representação do diagrama de *Features* para essa aula pode ser vista na Figura 30.

Nesse roteiro, além da relação de requisição entre exercícios e introdução, percebe-se as relações de exclusão mútua entre os perfis dos alunos. O roteiro personalizado enviado para os alunos apresentava, portanto, como possibilidade a revisão de conteúdos prévios necessários para o entendimento das matérias presentes no roteiro. Para o correto entendimento e domínio

Figura 30 – Diagrama de *Features* de MQTT.



Fonte: Elaborado pelo autor.

da matéria que seria apresentada, era necessário que os alunos compreendessem sobre IOT e Comunicação Baseada em Eventos. Após a revisão dos conteúdos prévios (se necessário), o guia de estudos apresentava o módulo de introdução sobre o protocolo e explanação das atividades que seriam desenvolvidas em sala. Em seguida, os conteúdos sobre as bibliotecas de programação eram adicionados pela FCTOOL, de acordo com o perfil do estudante. Por fim, os exercícios relacionados eram acrescentados e o roteiro era finalizado pela ferramenta.

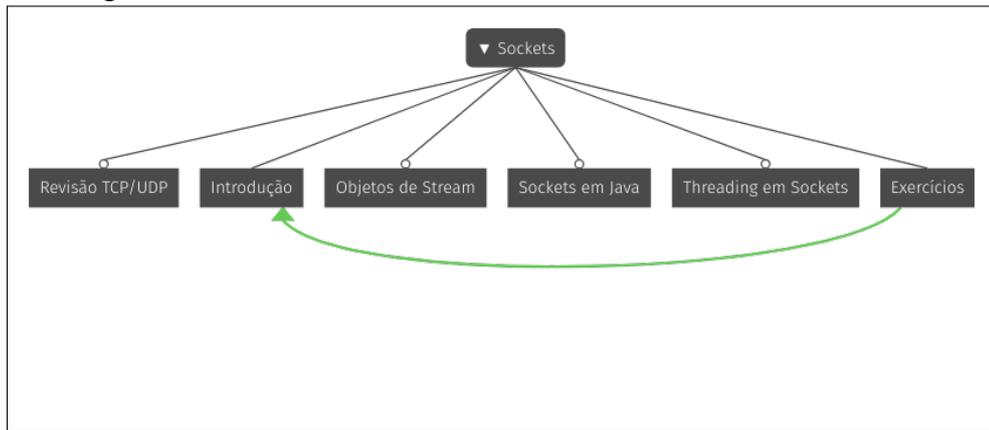
O guia de estudos de *Sockets* tinha como objetivo apresentar para os alunos os principais conceitos de comunicação através de *Sockets*. O uso de *Threads* para a otimização das comunicações também foi abordado na aula em questão. Para o correto entendimento e assimilação de conteúdo, os alunos deveriam estar familiarizados com a manipulação de objetos de *stream* em JAVA. Também era necessário que os alunos tivessem confortáveis com as definições dos protocolos TCP e UDP.

O Diagrama de *Features* que representa a relação dos módulos da aula de *Sockets* pode ser visto na Figura 31.

5.3.3.3 Aula de Blockchain

A aula dedicada pra o ensino de *Blockchain* teve o propósito de transmitir os conceitos básicos dessa tecnologia, aplicações de *Blockchain* em Contratos Inteligentes e o conceito de

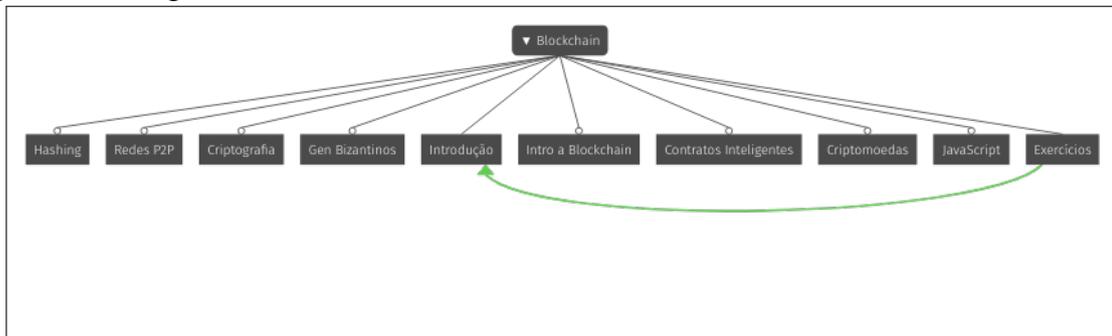
Figura 31 – Diagrama de *Features* de *Sockets*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Criptomoedas. *Blockchain* é uma matéria relativamente nova, que exige o domínio de vários conceitos prévios. Esses conhecimentos são referentes a matérias da própria disciplina de SD e fora dela. O Diagrama de *Features* correspondente aos módulos da aula de *Blockchain* é apresentado na Figura 32.

Figura 32 – Diagrama de *Features* de *Blockchain*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode-se perceber pelo diagrama apresentado, existem muitos módulos opcionais nesse roteiro, apenas os módulos "Introdução" e "Exercícios" são obrigatórios. A decisão de trazer poucos módulos obrigatórios foi tomada com o objetivo de dar maior possibilidade de adaptação aos roteiros, para que os estudantes pudessem se dedicar com mais objetividade aos estudos para a aula.

A aula apresentava 3 partes opcionais: explicação detalhada de *Blockchain* (*Bchain*), Criptomoedas e Contratos Inteligentes. Os conhecimentos prévios foram divididos em 4 partes: *Hashing*, Sistemas *Peer to Peer* (P2P), Criptografia Assimétrica (Cripto) e Problema dos Generais Bizantinos (Gen Biz). Como conteúdo adicional existia o módulo de *JavaScript* (JScript).

O roteiro se iniciou com uma introdução de *Blockchain* e contextualização da aula.

Em seguida, os módulos de conteúdos prévios necessários poderiam ser acrescentados pela FCTOOL (nos casos determinados na modelagem), para que o estudante se preparasse para o restante da aula. O módulo de conteúdo adicional também estava disponível para incorporação. Logo após esse conteúdo, a FCTOOL poderia adicionar mais um módulo para os discentes que necessitassem estudar conceitos básicos da tecnologia *Blockchain*. Posteriormente, os conceitos de Criptomoedas e Contratos Inteligentes poderiam ser acrescentados pela ferramenta. Por fim, os exercícios eram adicionados e o roteiro era finalizado.

5.3.4 Resultados

5.3.4.1 Avaliação dos Roteiros Gerados

Esta seção se dedica à avaliação dos roteiros gerados pela ferramenta desenvolvida. A análise dos roteiros objetivou colher informações sobre as perspectivas: frequência de adição dos módulos em cada roteiro, quantidade de roteiros diferentes gerados e possíveis trilhas de aprendizagem nos roteiros.

Cada roteiro conta com módulos essenciais (obrigatórios para todos os estudantes) e módulos subsidiários (que podem aparecer ou não para os alunos). Os módulos subsidiários podem ser: conhecimentos prévios, módulos de conteúdos opcionais ou módulos de conteúdos extra. A representação dos roteiros gerados foi feita da seguinte forma: os nós de cor verde representavam os módulos essenciais, os de cor cinza indicavam os módulos opcionais, os azuis indicavam os módulos de conhecimentos prévios e os de cor amarela, os módulos de conteúdo extra.

Nas figuras produzidas para a indicação de possíveis trilhas de aprendizagem das aulas, as setas indicam a direção provável do fluxo de estudo dos alunos, de acordo com a sequência de conteúdos dispostos no roteiro. Ou seja, as setas indicam a ordem que os conteúdos estavam dispostos no material. As linhas pontilhadas indicam as relações com outros conteúdos opcionais que poderiam estar presentes no roteiro. Os alunos podem acessar os módulos por meio do roteiro, sem seguir a sequência disposta no material.

5.3.4.1.1 Roteiro de Interoperabilidade

A quantidade de inserções dos módulos subsidiários nos roteiros personalizados para a aula de Interoperabilidade é apresentada na Tabela 4. É possível perceber que os conteúdos

de YAML e *Protocol Buffers* foram adicionados com maior frequência em relação aos outros módulos opcionais na avaliação realizada.

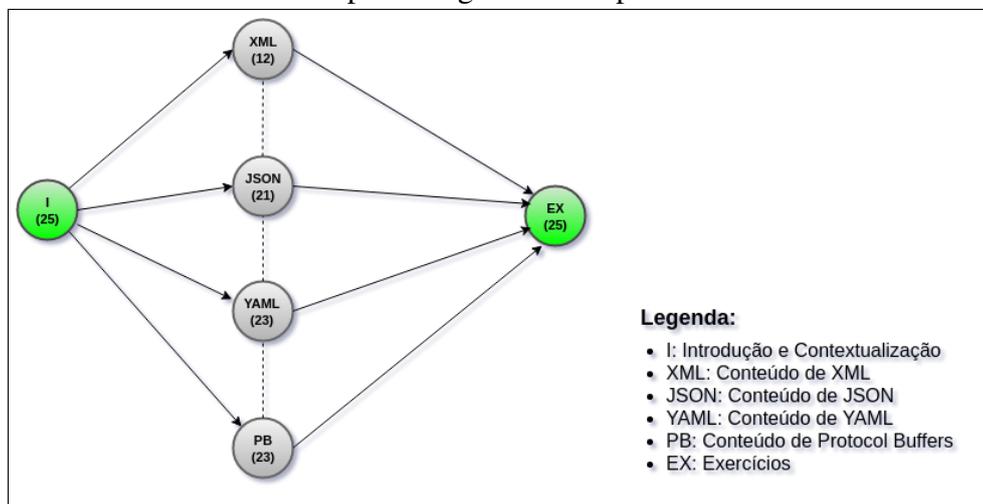
Tabela 4 – Módulos Subsidiários (Interoperabilidade)

	XML	JSON	YAML	<i>Protocol Buffers</i>
Inserções	12	21	23	23

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 33 ilustra a relação que os conteúdos tinham entre si e a frequência de adição dos módulos de conteúdos nos roteiros personalizados. É possível ver as possíveis trilhas de aprendizagem que os alunos poderiam seguir na exploração dos roteiros.

Figura 33 – Possíveis Trilhas de Aprendizagem - Interoperabilidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

As trilhas de aprendizagem presentes nessa aula possibilitavam que os alunos seguissem a ordem fornecida no roteiro, ou então seguissem seu próprio fluxo na exploração do material. Além do conteúdo personalizado fornecido, os alunos tinham acesso a um *link* onde foram armazenados todos os conteúdos presentes nessa aula. No total, foram gerados 7 roteiros distintos, em relação às trilhas de aprendizagem na avaliação realizada.

5.3.4.1.2 Roteiro de MQTT

Nesse roteiro de estudos, a escolha do perfil era de competência do aluno, por meio de uma autodeclaração. A maior parte dos discentes escolheu receber os conteúdos previstos no primeiro perfil, que apresentava a opção em que aluno desconhecia completamente sobre o protocolo MQTT e não tinha domínio da biblioteca de programação relacionada. Os outros perfis

traziam as opções em que o aluno já era familiarizado com o protocolo e/ou com a biblioteca de programação. A Tabela 5 mostra a quantidade de inserções dos módulos da aula de MQTT.

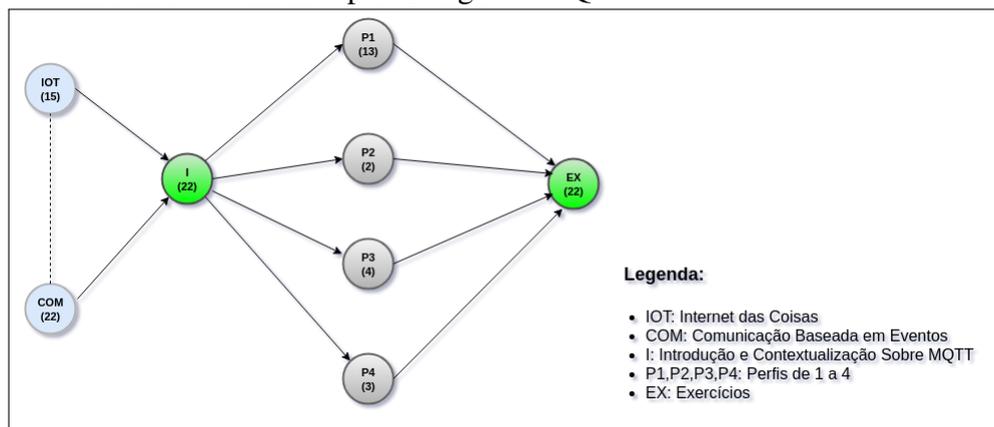
Tabela 5 – Módulos Subsidiários (MQTT)

	IoT	CBE	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4
Inserções	15	22	13	2	4	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

A adição do módulo de IOT ocorreu de forma autodeclarada. A maior parte dos 22 alunos (65,2%) optou por receber o módulo que abrangia o conteúdo de revisão dessa matéria. Já o acréscimo do módulo de Comunicação Baseada em Eventos foi feito em todos os 22 guias de estudo. A decisão de adicionar ou não dependia do desempenho do aluno ao responder o teste de conhecimentos, porém nenhum estudante obteve desempenho suficiente nessa matéria para evitar a adição do módulo. A Figura 34 expõe a relação entre os módulos presentes no roteiro.

Figura 34 – Possíveis Trilhas de Aprendizagem - MQTT



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com as possíveis trilhas de aprendizagem apresentadas na figura, pode-se perceber que os módulos dos perfis são excludentes entre si, ou seja, caso o aluno opte por se apresentar como perfil 1, não receberá os conteúdos presentes no módulo dos perfis 2,3,4.

A quantidade de roteiros diferentes gerados para a aula de MQTT foi de 8 roteiros. Os itens que mais diferiram foram os perfis e se o discente optou ou não por adicionar a revisão de IOT.

5.3.4.1.3 Roteiro de *Sockets*

O número de adições de cada matéria pode ser visualizado na Tabela 6. No total, 24 alunos participaram da aula, utilizando a ferramenta para a produção de roteiros personalizados.

As adições dos módulos ocorreram com frequência similar, entre 12 e 15 vezes para cada conteúdo.

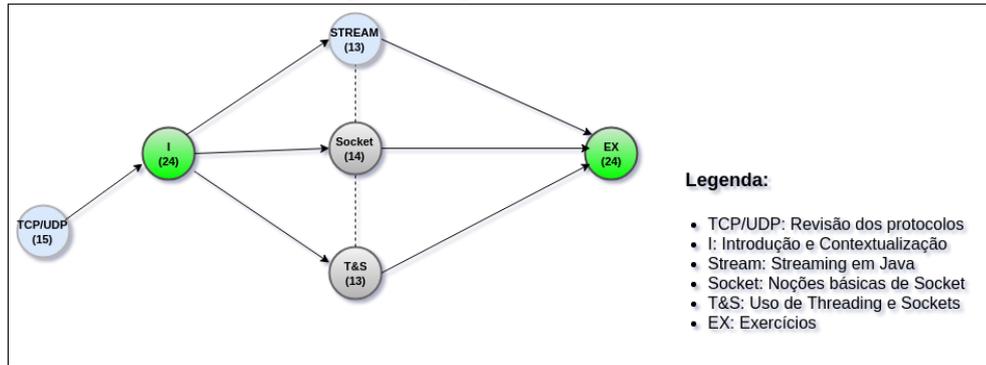
Tabela 6 – Módulos Subsidiários (*Socket*)

	TCP/UDP	Streaming	Sockets (Intro)	S & T
Inserções	15	12	14	13

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 35 detalha a relação entre os conteúdos que compõem a aula e as possíveis trilhas de aprendizagem que poderiam ser geradas pela ferramenta. Os conteúdos poderiam ser explorados pelos alunos na sequência que preferissem, mas o roteiro era apresentado em ordem sequencial, de acordo com as setas apresentadas na figura.

Figura 35 – Possíveis Trilhas de Aprendizagem - *Socket*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim como em outros fluxos modelados, as linhas tracejadas indicam que os alunos poderiam explorar os conteúdos ligados por elas caso os conteúdos estivessem presentes no roteiro. Foram gerados 12 roteiros diferentes para essa aula.

5.3.4.1.4 Roteiro de *Blockchain*

O roteiro de *Blockchain* foi o mais extenso entre os roteiros estudados. Isso ocorreu por conta da grande quantidade de conhecimentos prévios que eram necessários para o correto entendimento do conteúdo principal da aula (tecnologia e aplicações de *Blockchain*). A Tabela 7 traz a quantidade de adições dos módulos subsidiários à aula em roteiros de estudo.

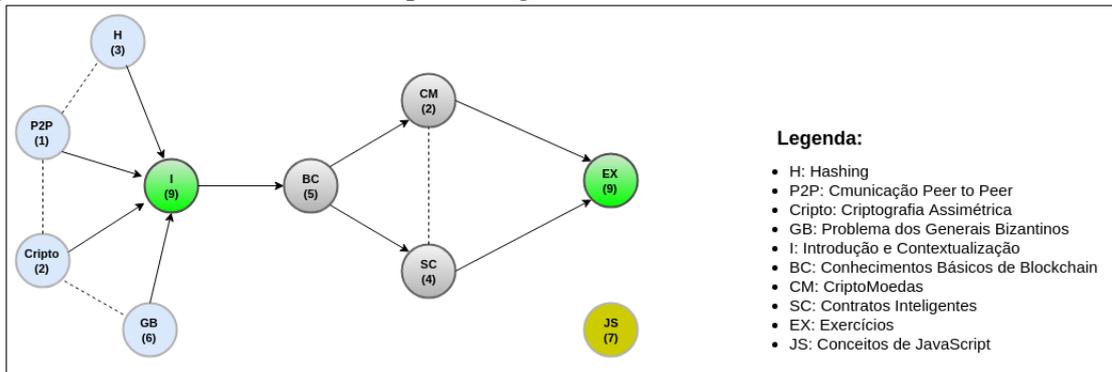
Tabela 7 – Módulos Subsidiários (*Blockchain*)

	Cripto	Hashing	P2P	JScript	Gen Biz	Bchain	Moedas	Contratos
Inserções	2	3	1	7	6	5	2	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse roteiro foi o que apresentou a maior quantidade de conhecimentos prévios, além de possuir um nível de complexidade um pouco mais alto que as outras aulas. Assim, o tempo dado para a aprendizagem individual, utilizando-se o roteiro personalizado, foi acrescido. A relação entre os conteúdos da aula pode ser visualizada na Figura 36.

Figura 36 – Possíveis Trilhas de Aprendizagem - *Blockchain*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como a turma de alunos que participaram da aula foi dividida para o experimento descrito na seção 5.3.4.4. Assim, o número de participantes que receberam os roteiros personalizados foi reduzido para 9. Todos os roteiros produzidos pela ferramenta eram diferentes entre si. Os módulos subsidiários mais adicionados foram sobre o problema dos Generais Bizantinos e conceitos de *JavaScript*.

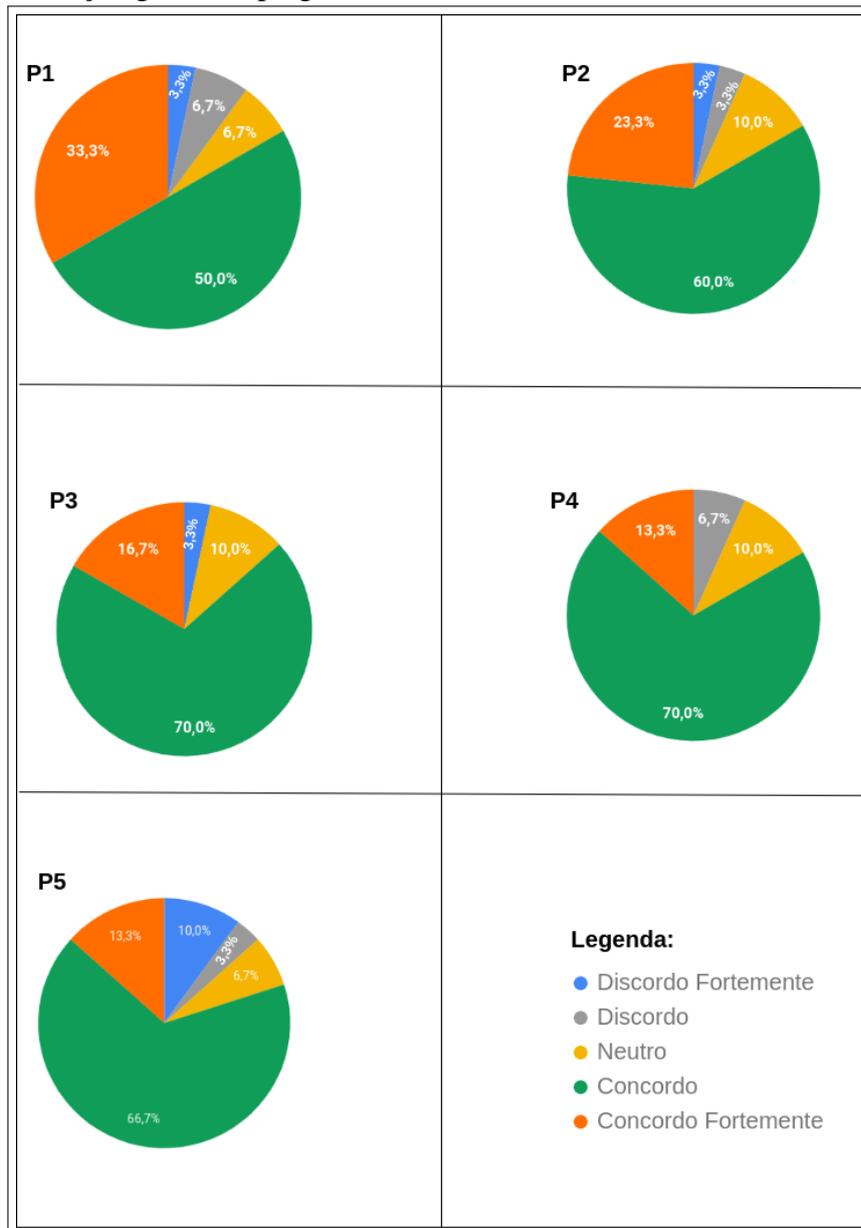
5.3.4.2 Avaliação das Aulas

A avaliação com alunos objetivou colher informações sobre a adequação dos roteiros produzidos, em relação às necessidades de estudo dos alunos. Entre as respostas fornecidas pelos alunos, as perguntas listadas a seguir foram analisadas.

- *O roteiro enviado foi adequado aos meus conhecimentos (P1);*
- *Ter um roteiro de estudos personalizado facilitou minha aprendizagem (P2);*
- *Me senti preparado para a aula presencial ao conduzir os estudos pelo roteiro percebido (P3);*
- *A organização do conteúdo apresentada no roteiro ficou clara (P4);*
- *Me senti motivado a ter outras aulas invertidas e adaptativas (P5);*

A Figura 37 traz o resumo das respostas coletadas. Esses valores são correspondentes às respostas fornecidas pelos alunos, para as três aulas analisadas. Em seguida, as respostas para cada uma das perguntas são analisadas individualmente.

Figura 37 – Avaliação geral das perguntas

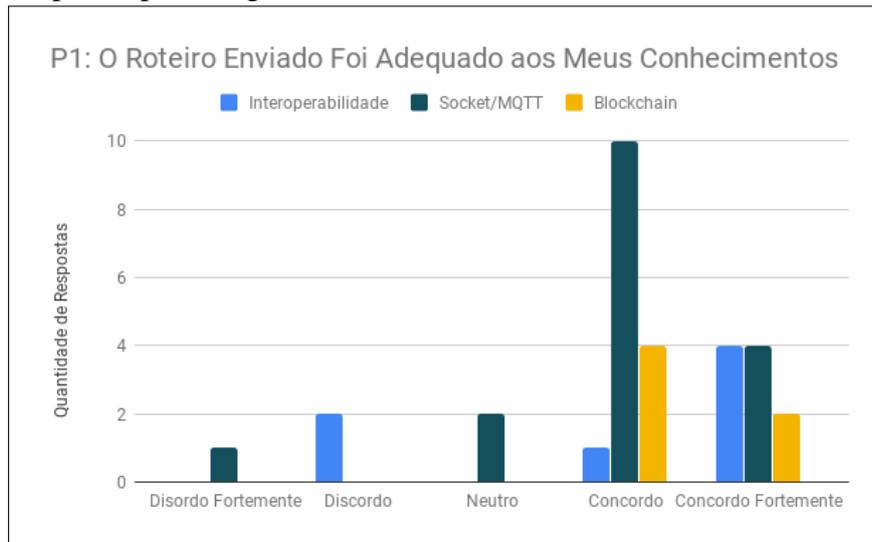


Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se perceber que as respostas fornecidas pelos alunos tem grande representação nas alternativas "concordo" e "concordo fortemente", para todas as perguntas analisadas. A soma da quantidade de respostas para essas opções, que representam concordância com as afirmações, e por consequência boa avaliação das aulas, representam pelo menos 80% das respostas em cada uma das perguntas.

No que se refere a adequação dos roteiros produzidos, os alunos mostraram satisfação em todas as aulas produzidas. Mais de 83% dos alunos assinalaram as opções "Concordo" e "Concordo Fortemente" para a afirmação "O roteiro enviado foi adequado aos meus conhecimentos" (P1). A Figura 38 ilustra as respostas dos alunos à afirmação P1, em cada uma das aulas.

Figura 38 – Respostas para Pergunta P1



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na aula de Interoperabilidade, 71,42% dos alunos concordam que o guia de estudos enviado foi adequado, já na na aula de *Socket/MQTT*, esse número sobe para 82,34%. Na na aula de *Blockchain*, 100% dos estudantes concordaram que o roteiro enviado foi apropriado. Apesar de o número de respostas fornecidas ser diferente nas avaliações de cada aula, pode-se perceber que a quantidade de alunos que concordam com a afirmativa proposta em P1 aumenta gradativamente. Considerando todas as aulas em conjunto, a concordância por parte dos alunos foi de 83,3%.

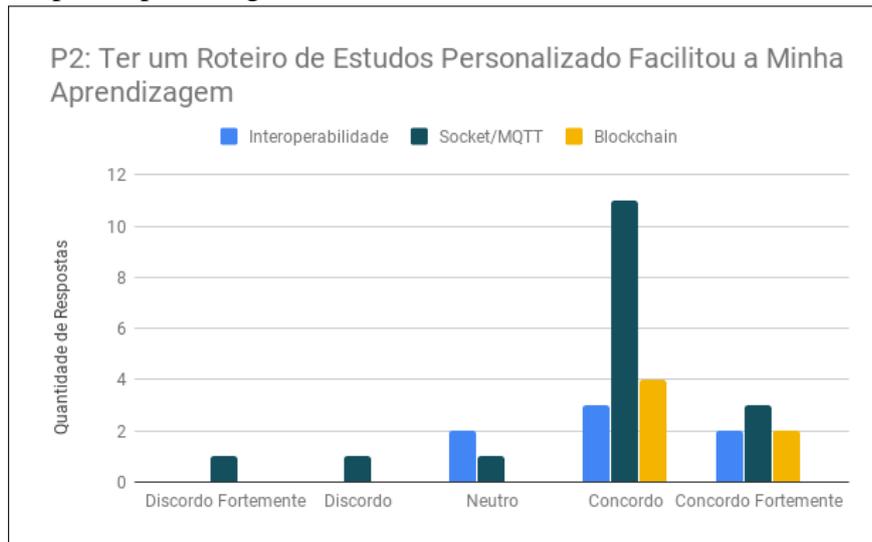
Os alunos também consideram que a utilização do roteiro de estudos personalizados facilitou a aprendizagem dos conteúdos da aula. A quantidade de alunos que responderam "Concordo" ou "Concordo Fortemente" para a afirmação "Ter um Roteiro Personalizado Facilitou a Minha Aprendizagem" corresponde a mais de 83% das respostas fornecidas. A Figura 39 ilustra as respostas que foram fornecidas pelos alunos.

A aula de interoperabilidade apresentou mais de 70% das respostas nos itens "concordo" e "concordo fortemente". Já na aula de *Socket / MQTT*, esse número sobe para 81%. Na aula de *Blockchain*, 100% dos alunos concordam que o roteiro facilitou a aprendizagem.

Ainda na perspectiva de adequabilidade do roteiro, a preparação através dos guias enviados para o *e-mail* dos estudantes foi avaliada pela concordância com a afirmação: "*Me senti preparado para a aula presencial ao conduzir os estudos pelo roteiro recebido*" (P3). As respostas fornecidas pelos discentes podem ser encontradas na Figura 40.

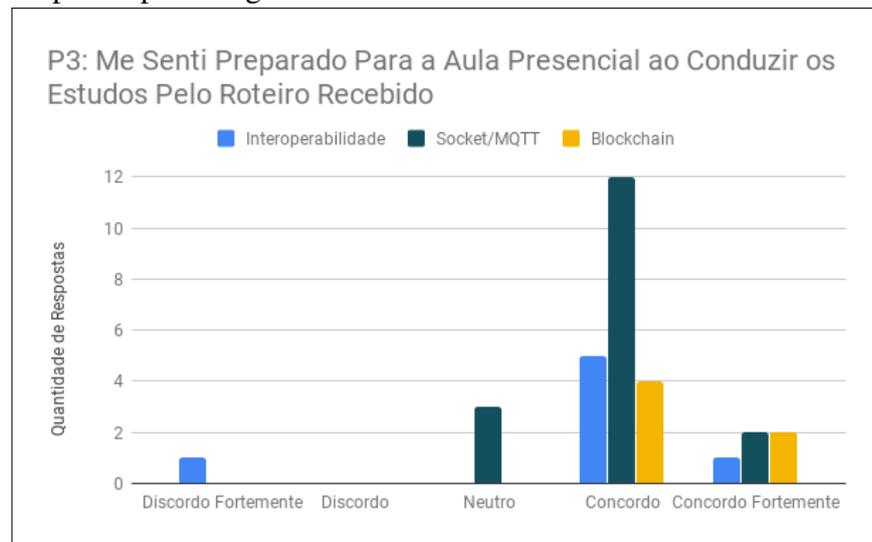
De acordo com a análise das respostas fornecidas em todas as aulas, pode-se perceber que os alunos consideraram a preparação pelo roteiro adequada para a condução da aula

Figura 39 – Respostas para Pergunta P2



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 40 – Respostas para Pergunta P3



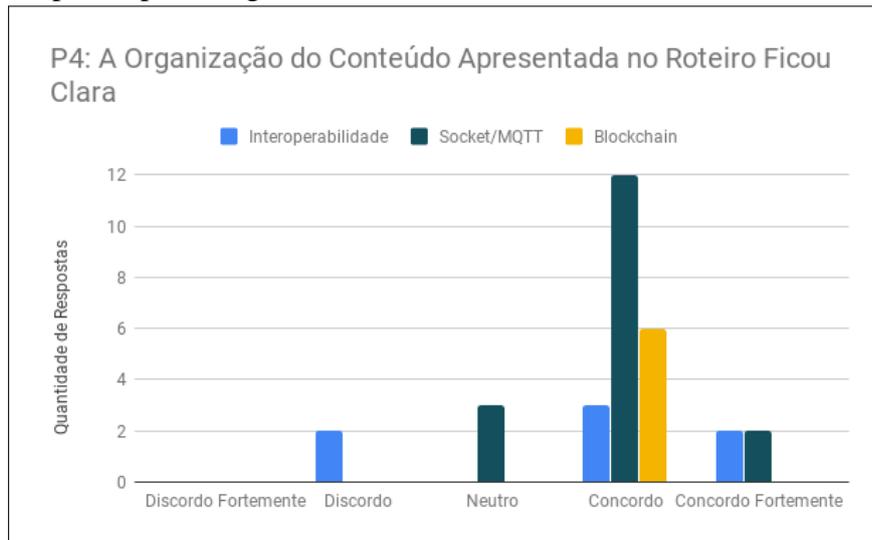
Fonte: Elaborado pelo autor.

presencial. Considerando-se individualmente, tem-se 85,7% dos estudantes da aula de interoperabilidade, 82,34% da aula de *Socket* e *MQTT* e 100% da aula de *Blockchain* que concordam com a afirmação proposta em P3. Foram consideradas todas as respostas, o percentual dos alunos que concordam em parte ou completamente com a afirmação é de 86,7%.

A organização dos conteúdos que faziam parte do material entregue também foi alvo de avaliação pelos estudantes. Os estudantes avaliaram a validade da afirmação "A organização do conteúdo apresentada no roteiro ficou clara" (P4). Essa afirmação foi considerada válida por 83,3% dos discentes, que responderam concordo e concordo fortemente para essa assertiva. A Figura 41 as respostas fornecidas nas aulas.

A análise da motivação dos alunos em relação à abordagem aplicada nessa pesquisa,

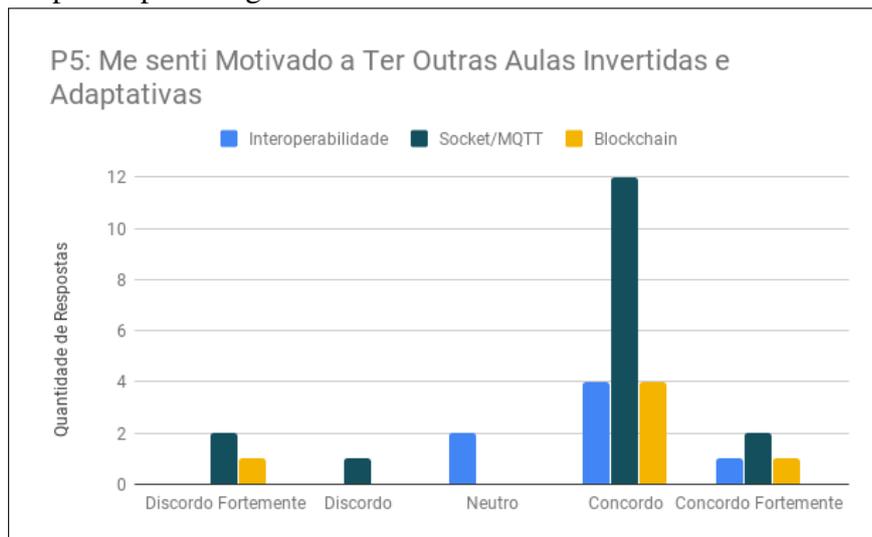
Figura 41 – Respostas para Pergunta P4



Fonte: Elaborado pelo autor.

de Aulas Invertidas e Adaptativas, é analisada na Figura 42. Na aula de interoperabilidade, 71,42% dos alunos concordam com a afirmação de que se sentiram motivados a terem outras aulas nessa abordagem. Já na aula de *Socket / MQTT*, esse percentual sobe para 82,34% e na aula de *Blockchain* esse percentual fica em 79%. Considerando-se todas as aulas, tem-se que (74%) dos alunos concordam com a afirmação "*Me senti motivado a ter outras aulas invertidas e adaptativas*".

Figura 42 – Respostas para Pergunta P5



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.4.3 Avaliação de Desempenho dos Alunos

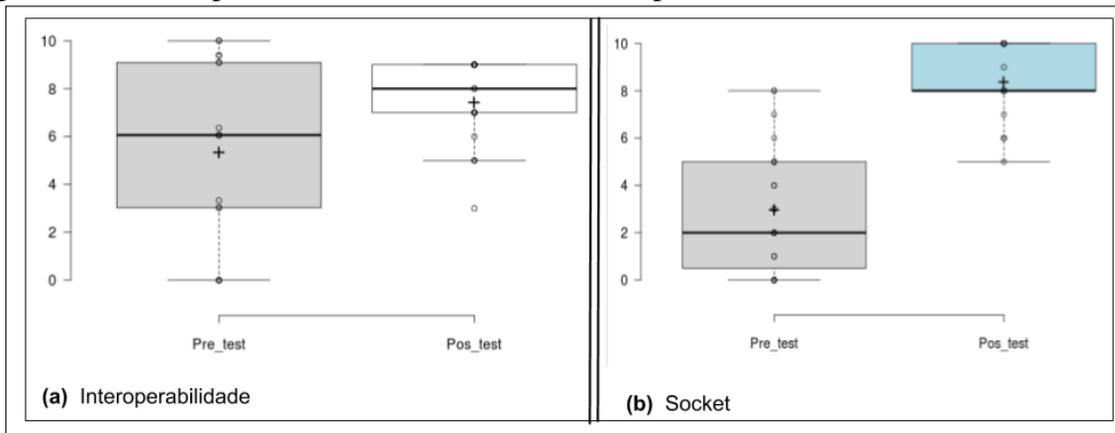
Os resultados da análise de ganho de conhecimento dos alunos, executada nas aulas da disciplina de SD, são apresentados nessa seção. O estudo do desempenho dos alunos foi realizado na aula de Interoperabilidade e na aula de *Socket*.

Na aula de Interoperabilidade, a menor nota obtida no pré-teste dos 17 alunos foi 0 e a maior foi 10 (dentre os que fizeram pré e pós-testes). Já no pós-teste, os alunos pontuaram entre 3 e 9. A Figura 43 (a) ilustra a distribuição das notas dos alunos nessa aula. O *Boxplot* cinza representa as notas obtidas no pré-teste e o branco, as notas que os discentes obtiveram no pós-teste. A média das notas de pré-teste foi 5,34 (desvio padrão: 3,83) e a de pós-teste foi 7,41 (desvio padrão: 1,80). Além da elevação da média das notas, pode-se observar que a quantidade de notas baixas diminuiu. Também é notável que a média das notas de pré-teste foram baixas, dado que os alunos ainda não tinham conduzido os estudos do material em casa.

Examinou-se se essas diferenças são estatisticamente significativas. Como os dois grupos são dependentes, usou-se um teste T-Student pareado. Como o teste precisa de dados normalizados, o teste Shapiro-Wilk foi aplicado, o que confirmou a normalidade (0,03280 com $\alpha < 0,05$). A **hipótese nula** (H_0) foi: $\mu_{PoT} \leq \mu_{PrT}$, ou seja, a pontuação do pós-teste (μ_{PoT}) não é significativamente *maior que* da pontuação do pré-teste (μ_{PrT}). Com os resultados do teste (teste t = 0,0472737, $\alpha < 0,05$, one-tailed), H_0 foi rejeitada. Significa que a abordagem proposta propiciou ganhos de aprendizado dos alunos significativamente.

Já na aula de *Sockets*, as notas de pré-teste oscilaram entre 0 e 8. No pós-teste a variação das notas foi entre 5 e 10. O desempenho dos alunos pode ser visto na Figura 43 (b). As notas do pré-teste estão em cinza e as do pós-teste em azul. A média obtida pelos estudantes antes da execução dos estudos foi de 3,75 (desvio padrão: 2,86) e após os estudos a média foi de 8,39 (desvio padrão: 1,58). Examinou-se se essas diferenças são estatisticamente significativas. Como os dois grupos são dependentes, usou-se um teste T-Student pareado. Como o teste precisa de dados normalizados, o teste Shapiro-Wilk foi aplicado, o que confirmou a normalidade (0,4356 com $\alpha < 0,05$). A **hipótese nula** (H_0) foi: $\mu_{PoT} \leq \mu_{PrT}$, ou seja, a pontuação do pós-teste (μ_{PoT}) não é significativamente *maior que* da pontuação do pré-teste (μ_{PrT}). Com os resultados do teste (teste t = 8,403226, $\alpha < 0,05$, one-tailed), H_0 foi rejeitada. Significa que a abordagem proposta propiciou ganhos de aprendizado dos alunos significativamente.

Figura 43 – Desempenho dos Alunos nas aulas Interoperabilidade e Sockets



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.4.4 Experimento Controlado na Aula de Blockchain

Para a aula de *Blockchain*, os estudantes foram divididos em dois grupos. Participaram desse estudo 17 estudantes. O primeiro grupo, chamado experimento, era composto por 9 alunos, que receberam roteiros personalizados gerados pela ferramenta FCTOOL. O segundo grupo, chamado controle, era composto por 8 alunos, que receberam roteiros de estudo sem personalização de conteúdos. O guia de estudos enviado para os alunos do grupo controle trazia todos os conteúdos da aula, enquanto o grupo controle recebeu o link para geração de roteiro personalizado.

A hipótese que essa pesquisa levanta é que o grupo experimento terá desempenho semelhante ao grupo controle, ainda que o primeiro tenha recebido menos materiais de estudo que o segundo.

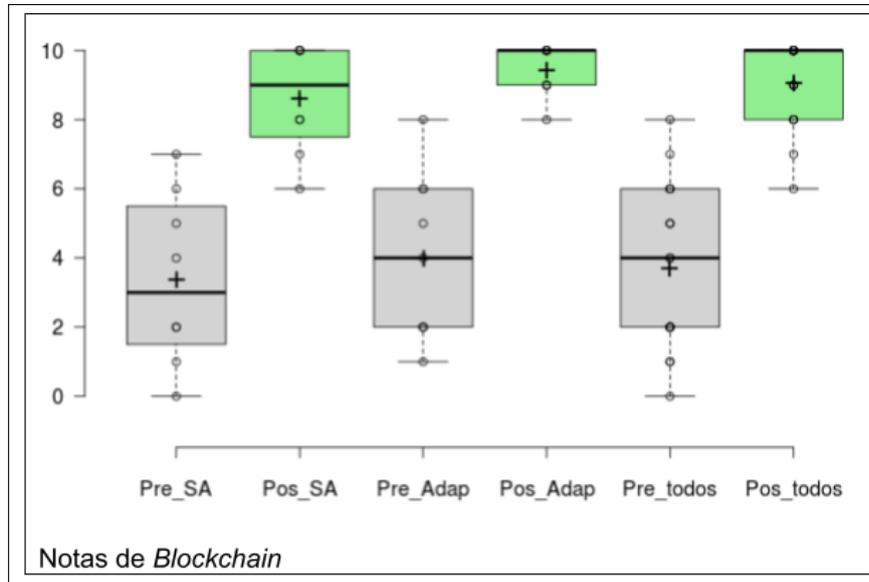
A Figura 44 traz a plotagem das notas obtidas nos pré-testes e pós-testes nos dois grupos. As notas de pré-teste do grupo de controle (Pre_SA) variaram entre 0 e 7, e obtiveram a média de 3,37 pontos (desvio padrão: 2,50). Já a pontuação de pós-teste do grupo de controle (Pos_SA) ficou entre 6 e 10, com a média de 8,62 pontos (desvio padrão: 1,59).

As notas de pré-teste do grupo experimento (Pre_Adap) obedeceram a variação entre 1 (menor nota) e 8 (maior nota), a média das notas dessa avaliação foi 4 pontos (desvio padrão: 2,39). Na avaliação do pós-teste, as notas do grupo experimento (Pos_Adap) variaram entre 8 e 10, com a média das pontuações ficando em 9,44 (desvio padrão: 0,72).

Pode-se perceber que as notas dos alunos, de forma geral, experimentaram um aumento consideravelmente bom, após estes efetuarem os estudos em casa. As médias dos pré-testes de todos os alunos (Pre_todos) ficou em 3,70 (desvio padrão: 2,39), enquanto a média

das notas do pós-teste (Pos_todos) ficou em 9,05 (desvio padrão: 1,24).

Figura 44 – Desempenho dos Alunos na Aula de *Blockchain*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi examinado também se essas diferenças são estatisticamente significativas. Analisou-se primeiro se os alunos dos dois grupos FCTOOL e Control separadamente, pois ambos usaram roteiros de estudo em sala de aula invertida. Em seguida, foram comparadas as pontuações pré e pós-teste. No grupo FCTOOL, os alunos tiveram média de 4 no pré-teste e 9,44 no pós-teste. No grupo controle, os alunos tiveram média de 3,75 no pré-teste e 8,625 no pós-teste. Como os dois grupos são dependentes, usou-se um teste T-Student pareado para cada caso. Como o teste precisa de dados normalizados, aplicou-se o teste Shapiro-Wilk nos dois casos, o que confirmou a normalidade (0,8002 com $\alpha < 0,05$ para o grupo FCTOOL e 0,137 para o grupo controle). A **hipótese nula** (H_0) foi: $\mu_{PoT} \leq \mu_{PrT}$, ou seja, a pontuação do pós-teste (μ_{PoT}) não é significativamente *maior que* da pontuação do pré-teste (μ_{PrT}). Com os resultados do teste (Grupo controle, teste t = 0,000172389, $\alpha < 0,05$) e (Grupo da FCTOOL, teste t = 0,000172389, $\alpha < 0,05$), H_0 foi rejeitada nos dois grupos. Significa que tanto roteiro com a ferramenta e sem o seu uso propiciaram ganhos de aprendizado dos alunos significativamente.

Também comparou-se o ganho na nota (nota do pós-teste menos a nota do pré-teste) de ambos os grupos (um quase-experimento seguindo um desenho de dois grupos pré-teste e pós-teste). Os alunos do grupo FCTOOL obtiveram um ganho médio de 5,44 ($DP = 2,815$). Os estudantes do grupo controle tiveram um ganho médio de 5,25 ($DP = 2,05$). Um teste T-Student não pareado confirma que as diferenças entre os grupos não são estatisticamente significativas

para $p < 0,05$ (valor $t = 0,16183$, valor $p = 0,873603$, bicaudal). Isso significa que receber um material menor e adaptado não impactou negativamente na aprendizagem do aluno. Entretanto, não foi possível afirmar que usando a ferramenta, o ganho de aprendizagem foi maior.

5.3.5 *Discussão*

De acordo com os dados apresentados, pode-se inferir que o estudo prévio à aula presencial surtiu efeitos positivos nas aulas avaliadas. Nas aulas de Interoperabilidade e *Socket*, os estudantes apresentaram melhoria nas notas, demonstrando que ganharam mais conhecimento.

Quanto à avaliação das aulas, os estudantes aprovaram a abordagem utilizada. A maioria das respostas fornecidas demonstravam satisfação quanto ao material entregue, organização do conteúdo, preparação para as aulas por meio do roteiro e motivação para se ter novas aulas Invertidas e Adaptativas.

Quanto ao experimento controlado conduzido, pode-se concluir que os dois grupos apresentaram ganho de conhecimento, ao serem submetidos à abordagem de Aula Invertida. De acordo com a análise das notas dos alunos, nota-se que o fato de os alunos do grupo experimento receberem menos conteúdos (graças a adaptação do roteiro) não impactou negativamente o desempenho desses discentes. A média do grupo de controle aumentou em 5,25 pontos após o estudo pelos alunos. Já a média do grupo experimento teve um incremento de 5,44 pontos. Assim, conclui-se que a hipótese do estudo foi confirmada, já que o ganho de conhecimento foi equivalente nos dois grupos.

Ainda é válido destacar que as aulas presenciais relativas aos roteiros entregues para os alunos foram modeladas com o objetivo de consolidar os conhecimentos adquiridos, de forma prévia pelos discentes. Assim, espera-se que os resultados do ganho de conhecimento avaliados antes da aula, por meio do pós-teste, sejam ainda mais solidificados no decorrer da aula presencial.

5.4 **Ameaças à Validade**

Alguns fatores podem ter causado viés na avaliação feita pelos estudantes e professores que participaram desse estudo.

Em relação aos professores, pode-se destacar que o desenvolvimento dos módulos que iriam compor a aula foi feito de forma parcial. Os professores definiram quais matérias

pertenceriam às aulas, mas não produziram os conteúdos dos módulos. Outra ameaça identificada é o fato de que o autor da pesquisa estava presente, ao lado dos professores durante a produção dos módulos da aula. Dessa forma, os professores poderiam perder a naturalidade no uso da ferramenta e produção de conteúdos.

Em relação aos alunos, a heterogeneidade das turmas deve ser considerada como uma ameaça à validade, já que as turmas analisadas nesse trabalho eram compostas por estudantes de graduação, mestrado e doutorado. Dessa forma, a maturidade necessária no momento de estudo prévio à aula foi variada.

Ainda é possível destacar a ameaça à validade causada pelo fator do tempo disponível para estudos, especialmente em relação à última aula invertida. Esta aula foi conduzida em um momento próximo ao final do semestre letivo e, normalmente, nessa época, os alunos estão com alta demanda de trabalhos em outras disciplinas e atividades acadêmicas.

5.5 Conclusão

Este capítulo apresentou a avaliação da ferramenta *FCTOOL*, desenvolvida nessa pesquisa. A avaliação foi feita sob o ponto de vista dos estudantes da disciplina e de professores de SD. Foram avaliados ainda os guias de estudo gerados e o ganho de conhecimento pelos discentes.

A avaliação com os estudantes mostra que a abordagem utilizada foi bem aceita entre os alunos. O ganho de conhecimento dos estudantes expostos à essa abordagem foi satisfatório e a maioria dos discentes declararam motivação em receber mais aulas desse tipo.

Os professores também avaliaram a solução desenvolvida positivamente. O uso da linguagem de marcação associada e dos documentos de modelagem foram bem avaliados pelos docentes. O tempo dedicado à produção da modelagem foi adequado e o funcionamento da rotina de adaptação ocorreu normalmente nos testes conduzidos.

6 CONCLUSÃO

Esta dissertação apresentou a abordagem de Aulas Invertidas Adaptativas auxiliadas por uma ferramenta para o ensino de Sistemas Distribuídos. As principais características da abordagem utilizada e da ferramenta desenvolvida foram apresentadas, assim como a avaliação por professores e alunos.

Neste capítulo, os principais resultados, contribuições e limitações do trabalho desenvolvido nesta dissertação serão elencados. Também são apresentadas as propostas de trabalhos futuros que darão continuidade a esta pesquisa.

Na Seção 6.1, os resultados alcançados são listados. A Seção 6.2 indica as principais limitações da pesquisa. A Seção 6.3 apresenta a produção bibliográfica do autor deste trabalho ao longo do mestrado. Por fim, a Seção 6.4 traz propostas de trabalhos futuros derivados deste trabalho.

6.1 Contribuições e Resultados Alcançados

Como mencionado nas fundamentações que embasam esta dissertação, existe uma lacuna em relação a novas abordagens e ferramentas para o ensino da disciplina de Sistemas Distribuídos. Este trabalho visa contribuir nesse sentido, ao experimentar uma metodologia ativa de ensino e propor uma ferramenta para a produção de Aulas Invertidas e Adaptativas. Este método mostrou-se efetivo para o ensino da disciplina e também foi aprovado por professores e alunos.

A questão de pesquisa de norteou este trabalho foi: como conceber um modelo de suporte a roteiros adaptativos de Aulas Invertidas que contribua na aprendizagem de conceitos de Sistemas Distribuídos?

Para responder essa questão de pesquisa, estudos que descrevem a integração entre as abordagens ativas de ensino foram utilizados. Além disso, o *survey* conduzido nesta pesquisa, as avaliações de professores e alunos em relação à metodologia de integração de Aulas Invertidas com Aprendizagem Adaptativa foram utilizadas para guiar o desenvolvimento da ferramenta FCTOOL. De posse dessas informações, um modelo de roteiro de aula invertida foi concebido de forma a permitir sua adaptação em função dos conhecimentos prévios do alunos. A ferramenta FCTOOL representa a consolidação desse modelo ao guiar o professor na construção de um roteiro adaptativo (com múltiplas opções e trilhas) e por realizar essa adaptação automaticamente

após as respostas dadas pelos alunos nos formulários de avaliação.

O modelo de aula usado nesta pesquisa, apresentado no capítulo 3 foi aprovado pelos alunos da disciplina, como pode-se perceber pelos resultados e discussões apresentados no capítulo 5. A ferramenta desenvolvida, e a utilização de roteiros como forma de estudo individual também foi aprovada pelos alunos e professores avaliados nesse capítulo.

Apesar de ter sido utilizada em aulas de SD, a ferramenta que foi desenvolvida neste mestrado não se restringe necessariamente a essa disciplina. Outras disciplinas que exijam conhecimentos prévios sólidos por parte dos alunos também podem se beneficiar da abordagem e da ferramenta de apoio, embora avaliações nesses novos contextos precisem ser realizadas para confirmar essa hipótese.

Os materiais produzidos nesta dissertação, incluindo-se as aulas produzidas nesta pesquisa, utilizando a ferramenta FCTOOL, podem ser encontradas no seguinte endereço: <<https://drive.google.com/drive/folders/1kAGkxumce9DppMxsbLWO38BgWlt9xuvL?usp=sharing>>

6.2 Limitações

Algumas limitações surgiram no decorrer desta pesquisa, principalmente relacionadas ao pouco tempo disponível. Como a solução foi desenvolvida para ser utilizada (direta e indiretamente) por professores e alunos, os testes foram conduzidos nas aulas de turmas de Sistemas Distribuídos existentes naquele período na UFC. Assim, é necessário que mais turmas sejam avaliadas para a melhor validação dos resultados apresentados.

No que se refere aos diferentes tipos de mídia que foram utilizados nas aulas, procurou-se adicionar a maior variedade possível de mídias, sempre que possível. O principal objetivo foi contemplar o maior número de estilos de aprendizagem que os estudantes possuíssem. No entanto, nem sempre foi possível encontrar conteúdos em vários modais.

A falta de interface gráfica para a aplicação desenvolvida também é um fator limitante. A não existência de uma interface de usuário para o professor, que facilitasse a visualização das relações entre conteúdos, e melhor interação com as funções de adaptação pode prejudicar a usabilidade da ferramenta, e por consequência a avaliação dos professores.

Em relação aos professores, limitações ocorreram em duas perspectivas: na quantidade de respostas do *survey* e também na pouca quantidade de docentes que avaliaram a ferramenta (apenas 2). Vale ressaltar, entretanto, que os roteiros concebidos e avaliados nesta pesquisa tiveram também a participação de um outro professor de Sistemas Distribuídos que é o

orientador desta pesquisa.

6.3 Produção bibliográfica

No decorrer desta pesquisa, foram submetidos trabalhos para eventos internacionais e nacionais. Entre essas submissões, dois trabalhos foram aceitos:

- *Aprendizagem Adaptativa em Aulas Invertidas de Sistemas Distribuídos: Um Estudo de Caso Apoiado no GSuite*. Publicado no SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE, no ano de 2018. Esse trabalho apresentou as primeiras avaliações sobre a abordagem de Aulas Invertidas Adaptativas com os alunos da disciplina de SD. Autores: Pedro Araujo, Windson Viana, Nécio Veras, José Aires de Castro Filho
- *Exploring Students Perceptions and Performance in Flipped Classroom Designed with Adaptive Learning Techniques: A Study in Distributed Systems Courses*. Publicado no SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE, no ano de 2019. Esse trabalho apresentou a comparação de desempenho entre estudantes de Aula Invertida submetidos à aspectos de Aprendizagem Adaptativa e estudantes que não utilizaram essa abordagem Adaptativa. O impacto na aprendizagem dos estudantes foi avaliado e apresentado no artigo. Autores: Pedro Araujo, Windson Viana, Nécio Veras, Eder Farias, José Aires de Castro Filho.

6.4 Trabalhos futuros

Graças ao caráter inovador desta pesquisa, é necessária a exploração e validação de resultados com mais partes interessadas nesta solução. Além disso, é necessária a evolução do sistema apresentado.

Sendo assim, o primeiro trabalho futuro relacionado a esta pesquisa seria a avaliação com mais professores e estudantes da disciplina de SD. Essa avaliação é ainda mais latente com os professores, já que o número de docentes que participaram do estudo foi de apenas dois.

Outro trabalho futuro é o desenvolvimento de interface gráfica para a visualização da relação entre os módulos da aula invertida. A disposição de forma visual das dependências do roteiro na hora em que o professor está modelando a aula poderá facilitar o processo de criação de Aulas Invertidas pelos docentes.

A FCTOOL e o modelo de aula invertida pode ser aplicado também em outras

disciplinas que exijam muitos conhecimentos prévios dos alunos. Assim, um outro trabalho futuro é a aplicação da abordagem desta pesquisa em outras disciplinas, sejam elas do curso de Computação, ou não.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. M.; BATTAIOLA, A. L. Design centrado no usuário e concepções pedagógicas como guia para o desenvolvimento da animação educacional. **InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 21–35, 2014.
- ARAÚJO, P.; VIANA, W.; VERAS, N.; FILHO, J. A. de C. Aprendizagem adaptativa em aulas invertidas de sistemas distribuídos: um estudo de caso apoiado no g suite. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. [s.l.: s.n.], 2018. v. 29, n. 1, p. 328.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, [s.l.], v. 39, n. 2, p. 48–67, 2013.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom: Reach every student in every class every day**. [s.l.]: International Society for Technology in Education, 2012.
- CAMPBELL, D. T.; RIECKEN, H. Quasi-experimental design. **International encyclopedia of the social sciences**, Macmillan and Free Press New York, [s.l.], v. 5, p. 259–263, 1968.
- CHI, Y. L.; CHEN, T. Y.; HUNG, C. Learning adaptivity in support of flipped learning: An ontological problem-solving approach. **ChemElectroChem**, [s.l.], n. April 2015, p. 1–14, 2017. ISSN 21960216.
- CROCKETT, K.; LATHAM, A.; MCLEAN, D.; O’SHEA, J. A fuzzy model for predicting learning styles using behavioral cues in an conversational intelligent tutoring system. In: **IEEE Fuzzy Systems (FUZZ), 2013 IEEE International Conference on**. [s.l.], 2013. p. 1–8.
- DANTAS, A. D. Uma avaliação do modelo da sala de aula invertida no ensino superior. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. [s.l.: s.n.], 2015. v. 4, n. 1, p. 512.
- DIMITROV, D. M.; JR, P. D. R. Pretest-posttest designs and measurement of change. **Work**, IOS Press, [s.l.], v. 20, n. 2, p. 159–165, 2003.
- DORÇA, F. A.; LIMA, L. V.; FERNANDES, M. A.; LOPES, C. R. Detecção e correção automática de estilos de aprendizagem em sistemas adaptativos para educação. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 178–204, 2011.
- ERYILMAZ, M.; AHMED, A. An adaptive teaching model for flipped classroom. **International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication**, [s.l.], v. 5, n. 7, p. 35–39, 2017.
- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. *et al.* Learning and teaching styles in engineering education. **Engineering education**, [s.l.], v. 78, n. 7, p. 674–681, 1988.
- FOLEY, S. S.; KOEPKE, D.; RAGATZ, J.; BREHM, C.; REGINA, J.; HURSEY, J. Onramp: A web-portal for teaching parallel and distributed computing. **Journal of Parallel and Distributed Computing**, Elsevier, [s.l.], v. 105, p. 138–149, 2017.
- GÓMEZ, A.; PENADÉS, M. C.; CANÓS, J. H.; BORGES, M. R. S.; LLAVADOR, M. DPLfw. **Proceedings of the 16th International Software Product Line Conference on - SPLC ’12 -volume 1**, [s.l.], p. 96, 2012.

- HAIDER, M.; SINHA, A.; CHAUDHARY, B. An investigation of relationship between learning styles and performance of learners. **International Journal of Engineering Science and Technology**, [s.l.], v. 2, n. 7, p. 2813–2819, 2010.
- HSIEH, T.-C.; WANG, T.-I.; SU, C.-Y.; LEE, M.-C. A fuzzy logic-based personalized learning system for supporting adaptive english learning. **Journal of Educational Technology & Society**, JSTOR, [s.l.], v. 15, n. 1, 2012.
- HUNDT, C.; SCHLARB, M.; SCHMIDT, B. SAUCE: A web application for interactive teaching and learning of parallel programming. **Journal of Parallel and Distributed Computing**, Elsevier Inc., [s.l.], p. 163–173. ISSN 07437315.
- KAKOSIMOS, K. Example of a micro-adaptive instruction methodology for the improvement of flipped-classrooms and adaptive-learning based on advanced blended-learning tools. **Education for chemical engineers**, Elsevier, [s.l.], v. 12, p. 1–11, 2015.
- KILROY, D. Problem based learning. **Emergency medicine journal**, British Association for Accident and Emergency Medicine, [s.l.], v. 21, n. 4, p. 411–413, 2004.
- KING, A. From sage on the stage to guide on the side. **College teaching**, Taylor & Francis, [s.l.], v. 41, n. 1, p. 30–35, 1993.
- KURTZ, B. L.; JR, J. B. F.; MEZNAR, P. Developing microlabs using google web toolkit. In: ACM. **Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education**. [s.l.], 2012. p. 607–612.
- LASRY, N.; DUGDALE, M.; CHARLES, E. Just in time to flip your classroom. **arXiv preprint arXiv:1309.0852**, [s.l.], 2013.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, [s.l.], 1932.
- LIU, M.; KANG, J.; ZOU, W.; LEE, H.; PAN, Z.; CORLISS, S. Using data to understand how to better design adaptive learning. **Technology, Knowledge and Learning**, Springer, [s.l.], v. 22, n. 3, p. 271–298, 2017.
- MAHER, M. L.; LATULIPE, C.; LIPFORD, H.; RORRER, A. Flipped classroom strategies for cs education. In: ACM. **Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education**. [s.l.], 2015. p. 218–223.
- MAHER, M. L.; LIPFORD, H.; SINGH, V. **Flipped classroom strategies using online videos**. [s.l.]: Citeseer, 2013.
- PAULA, L. d.; JR, D. P.; FREITAS, R. L. A importância da leitura e da abstração do problema no processo de formação do raciocínio lógico-abstrato em alunos de computação. In: **XVII Workshop sobre Educação em Computação-WEI**. [s.l.: s.n.], 2009.
- POWELL, D.; HOLLINGSWORTH, J. Flipping the classroom by using cloud services and third party online courses in traditional class settings enables all computer science students an equal education. In: THE STEERING COMMITTEE OF THE WORLD CONGRESS IN COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND APPLIED COMPUTING (WORLDCOMP). **Proceedings of the International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS)**. [s.l.], 2014. p. 1.

PRASAD, S. K.; BANICESCU, I.; BARNAS, M.; GIMÉNEZ, D.; LUMSDAINE, A. Keeping up with technology: Teaching parallel, distributed and high-performance computing. **Journal of Parallel and Distributed Computing**, [s.l.], n. 105, p. 1–3, 2017.

RAMOS, D.; OLIVEIRA, E.; MONTEVERDE, I.; OLIVEIRA, K. Trilhas de aprendizagem em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem: Uma revisão sistemática da literatura. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. [s.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 338.

ROUX, P. L. **Towards a model for teaching distributed computing in a distance-based educational environment**. Phd Thesis (PhD Thesis), 2009.

ROYO, J. **Design digital**. [s.l.]: Rosari, 2008.

SALES, D. **Metodologias Ativas Desafios e Possibilidades na EaD**. 2016.
[Http://slideplayer.com.br/slide/10695485/](http://slideplayer.com.br/slide/10695485/). Acesso em: 07 abr. 2019.

SCHMITT, G. R. A.; BETTINGER, C. Glencoe—a tool for specification, visualization and formal analysis of product lines. **Transdisciplinary Engineering Methods for Social Innovation of Industry**, [s.l.], v. 4, p. 665–673, 2018.

SETERS, J. V.; OSSEVOORT, M.; TRAMPER, J.; GOEDHART, M. J. The influence of student characteristics on the use of adaptive e-learning material. **Computers & Education**, Elsevier, [s.l.], v. 58, n. 3, p. 942–952, 2012.

SILVA, P.; PIMENTEL, V.; SOARES, J. A utilização do computador na educação: aplicando o technology acceptance model (tam). **a A**, [s.l.], v. 245, p. 10, 2015.

SUHR, I. R. F. Desafios no uso da sala de aula invertida no ensino superior. **Revista Transmutare**, [s.l.], v. 1, n. 1, 2016.

TANENBAUM, A. S.; STEEN, M. V. **Distributed systems: principles and paradigms**. [s.l.]: Prentice-Hall, 2007.

WOOLER, A. **Adaptive learning: smart, faster and personalised**. 2016.
<https://www.youtube.com/watch?v=KTu1yC_hvL4t = 524s>. Acesso em: 02 fev. 2019.

YAGHMAIE, M.; BAHREININEJAD, A. A context-aware adaptive learning system using agents. **Expert Systems with Applications**, Elsevier, [s.l.], v. 38, n. 4, p. 3280–3286, 2011.

ZAPPE, S.; LEICHT, R. Ac 2009-92:“flipping” the classroom to explore active learning in a large undergraduate course. **age**, [s.l.], v. 14, p. 1, 2009.

APÊNDICE A – *TEMPLATE* UTILIZADO EM EXEMPLO

DOCUMENTO TEMPLATE: CONFIGURAÇÃO DA AULA DE SOCKET

- Conteúdo prévio de TCP E UDP

#FC:itembased
1
1
https://docs.google.com/document/d/1KyzualccYwLOLYgxPi47CApcqczZliH8JCIFGr1mBZg/edit

- Conteúdo obrigatório para todos os estudantes (Introdução ao que vai ser feito na sala de aula):

#FC:mandatory
https://docs.google.com/document/d/1bongkW9nf9aiUWSzY4qXimT4_s702dOhuDaQo-bKb9s/edit

- Verificação se o aluno já domina o conteúdo de input/output stream, que está na questão de número 7

#FC:booleanItemBased
7
https://docs.google.com/document/d/1msvNy3L00ckFeCr6Z12922J5R1mHuTAe02mJHmDjqwk/edit

- A matéria mais detalhada de socket vai ser inserida se o aluno não acertar pelo menos 4 pontos

#FC:scoreBased
LT
4
https://docs.google.com/document/d/1yeMoblZtg3n23VLh5D0qR-wFUPFPdSM3PYbEkLnROHM/edit

- Verificação se o aluno já domina o conteúdo de input/output stream, que está na questão de número 6

#FC:booleanItemBased
6
https://docs.google.com/document/d/17nM04MGPh0bUUUoB869RCYAj1DJvO6wt1XBW_vxDkYQ/edit

- Exercício obrigatório para todos os estudantes

#FC:mandatory
https://docs.google.com/document/d/1mWNhDIN7DhrK4F46IONB51vJyILCMH3Nq0CEsxABVSI/edit

APÊNDICE B – EVALUATION FORM UTILIZADO EM EXEMPLO

25/10/2019

Teste de Conhecimentos - Socket

Teste de Conhecimentos - Socket

Este teste foi desenvolvido para orientar a adaptação de conteúdo entregue para estudo de forma prévia à sua aula invertida. Responda honestamente as questões para obter seu roteiro de estudo personalizado. Bons estudos!

*Obrigatório

Endereço de e-mail *

Seu e-mail

1 - Para que se tenha desempenho satisfatório nessa aula, são necessários conhecimentos prévios sobre protocolos da camada de transporte. Você deseja revisar conhecimentos sobre os protocolos TCP e UDP? *

- Sim
- Não

2 - Na linguagem Java, a conexão de um cliente a um servidor TCP pode ser realizada com a instânciação de um objeto da classe Socket, transmitindo como argumentos a seu construtor o endereço IP do servidor e o número da porta. Se a conexão for bem sucedida, o cliente poderá enviar dados ao servidor por meio de uma stream, obtida a partir da referência ao Socket pela invocação do método: *

- getSocketOutputStream;
- getWriteStream
- getOutputStream;
- getSocketSendStream
- Não sei



25/10/2019

Teste de Conhecimentos - Socket

3 - Marque a alternativa CORRETA em relação às comunicações baseadas em sockets da linguagem Java: *

- Os sockets de fluxo que usam o protocolo TCP fornecem um serviço sem conexão.
- A comunicação por socket permite a aplicação Java abstrair a rede como se fosse uma entrada/saída de arquivo.
- O socket é uma construção de software que representa a parte intermediária de uma conexão.
- A comunicação por socket permite a aplicação Java abstrair a rede como se fosse um applet.
- Não sei

4 - Em relação à Java Sockets, marque a opção CORRETA: *

- Os métodos `getInputStream()` e `getOutputStream()` ficam situados na classe `ServerSocket`
- Em Java, são utilizadas as classes `ServerSocket` e `ClientSocket` para comunicação via Socket
- O método `ServerSocket(int port)` é responsável pela criação do socket servidor, especificando-se a porta de conexão, enquanto o método `Socket(InetAddress address, int port)` cria um socket cliente que realiza a conexão com o servidor na porta e endereço especificados
- Não sei



5 - Em relação a sockets TCP e sockets UDP, marque a opção INCORRETA: *

- InputStream e OutputStream são usados tanto em sockets TCP quanto em sockets UDP
- Sockets UDP/IP são geralmente mais rápidos que TCP/IP, pois não exigem o estabelecimento de conexão e não estão sujeitos a controle de congestionamento;
- Em sockets UDP, a comunicação ocorre pelo envio de mensagens, que são formadas por um datagrama, contendo o remetente (sender), destinatário (receiver) e o conteúdo (content);
- Para se gerenciar múltiplas conexões socket, um servidor pode usar Threads em conjunto com socket TCP.
- Não sei

6 - Sobre Threads em Java, marque a opção INCORRETA: *

- Uma thread em Java pode estar em um entre quatro estados: new, runnable, blocked, waiting, time_waiting e terminated.
- Só é recomendado o uso de threads para Sockets TCP
- Sockets TCP realizam comunicação orientada à conexão. O problema desse tipo de comunicação é que sempre um dos lados deve ficar aguardando (bloqueado), podendo manter o programa travado. Para resolver esse problema, pode-se utilizar Threads.
- Para implementar threads em Java, pode-se tanto utilizar herança, criando uma subclasse da classe Thread ou implementar a interface Runnable.
- Não sei



7 - Analise o código a seguir e marque a opção CORRETA: *

```
1  import java.io.*;
2  class DataOutputStreamDemo
3  {
4      public static void main(String args[]) throws IOException
5      {
6          //writing the data using DataOutputStream
7          try ( DataOutputStream dout =
8              new DataOutputStream(new FileOutputStream("file.dat")) )
9          {
10             dout.writeDouble(1.1);
11             dout.writeInt(55);
12             dout.writeBoolean(true);
13             dout.writeChar('4');
14         }
15         catch(FileNotFoundException ex)
16         {
17             System.out.println("Cannot Open the Output File");
18             return;
19         }
20
21         // reading the data back using DataInputStream
22         try ( DataInputStream din =
23             new DataInputStream(new FileInputStream("file.dat")) )
24         {
25             int a = din.readInt();
26             double b = din.readDouble();
27             boolean c = din.readBoolean();
28             char d=din.readChar();
29             System.out.println("Values: " + a + " " + b + " " + c+ " " + d);
30         }
31         catch(FileNotFoundException e)
32         {
33             System.out.println("Cannot Open the Input File");
34             return;
35         }
36     }
37 }
```

- O arquivo "file.dat" apresenta uma extensão (.dat) que não permite manipulações pelos métodos utilizados
- O código apresenta erros no uso do método write, pois não existe writeBoolean já que este tipo foi abolido no Java 9
- DataInputStrem e DataOutputStream só devem ser usados na manipulação de arquivos
- O código apresenta está manipulando incorretamente os dados, pois a sequência de escrita e está diferente da sequência de leitura dos dados.
- Não sei

Enviar



25/10/2019

Teste de Conhecimentos - Socket

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários



APÊNDICE C – SURVEY - ENSINO DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

04/11/2019

Ensino de Sistemas Distribuídos

Ensino de Sistemas Distribuídos

Esse formulário tem como principal objetivo colher dados para uma pesquisa de mestrado que está sendo realizada no MDCC-UFC sob orientação do Professor Windson Viana. Os dados serão utilizados para o fornecimento de insights e o levantamento de como as disciplinas de Sistemas Distribuídos estão sendo ensinadas nos cursos de ensino superior do Brasil.

Detalhes da pesquisa podem ser lidos em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7989>

***Obrigatório**

1. Nome *

2. Instituição de Ensino *

3. A disciplina de Sistemas Distribuídos (SD) é ensinada *

Marque todas que se aplicam.

- Em turmas com apenas alunos de Graduação
- Em turmas com apenas alunos de Pós-Graduação
- Em turmas com alunos de Graduação e Pós-Graduação juntos
- Em turmas de Especialização

4. Quantas vezes já ministrou a disciplina? *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de três vezes
- De 3 a 5 vezes
- Mais de 5 vezes
- Outro: _____

Avaliação da Aula Invertida de Blockchain

Esse formulário tem como objetivo avaliar a aula invertida e adaptativa conduzida no curso de Sistemas Distribuídos. Nessa aula, um roteiro foi disponibilizado de maneira individualizada para cada estudante.

***Obrigatório**

1. Nível de estudo *

Marcar apenas uma oval.

- Graduação
 Mestrado
 Doutorado

2. Me senti preparado para a aula presencial ao conduzir os estudos pelo roteiro recebido *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Não Concordo nem Discordo
 Concordo
 Concordo Fortemente

3. A organização do conteúdo apresentada no roteiro ficou clara *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Não Concordo nem Discordo
 Concordo
 Concordo Fortemente

4. O roteiro enviado foi adequado aos meu conhecimentos *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Não Concordo nem Discordo
 Concordo
 Concordo Fortemente

04/11/2019

Avaliação da Aula Invertida de Blockchain

5. O teste de conhecimentos prévios à aula apresentava grau de dificuldade adequado **Marcar apenas uma oval.*

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Não Concordo nem Discordo
 Concordo
 Concordo Fortemente

6. Preferia receber menos conteúdo para estudos em casa **Marcar apenas uma oval.*

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Não Concordo nem Discordo
 Concordo
 Concordo Fortemente

7. Ter um roteiro de estudos personalizado facilitou a minha aprendizagem **Marcar apenas uma oval.*

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Não Concordo nem Discordo
 Concordo
 Concordo Fortemente

8. Prefiro estudar por um roteiro único, comum à toda a turma **Marcar apenas uma oval.*

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Não Concordo nem Discordo
 Concordo
 Concordo Fortemente

9. O grau de dificuldade das atividades conduzidas em sala foi adequado **Marcar apenas uma oval.*

- Discordo Fortemente
 Discordo
 Não Concordo nem Discordo
 Concordo
 Concordo Fortemente

04/11/2019

Avaliação da Aula Invertida de Blockchain

10. O tempo dedicado às atividades em sala foi adequado **Marcar apenas uma oval.*

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Não Concordo nem Discordo
- Concordo
- Concordo Fortemente

11. Segui o roteiro de estudos até o fim **Marcar apenas uma oval.*

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Não Concordo nem Discordo
- Concordo
- Concordo Fortemente

12. Me senti motivado a ter outras aulas invertidas e adaptativas **Marcar apenas uma oval.*

- Discordo Fortemente
- Discordo
- Não Concordo nem Discordo
- Concordo
- Concordo Fortemente

13. Sugestões e comentários sobre os roteiros personalizados

14. Sugestões e comentários sobre as práticas em sala de aula
