

Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Programa de Pós-Graduação em Informática - PPGI
Instituto de Computação - IComp

**RP-UML: Uma Arquitetura Pedagógica para Apoiar
Ensino-Aprendizagem de Modelagem de Sistemas**

Autor: Romualdo Costa de Azevedo
Orientador: Prof. Dr. Bruno Freitas Gadelha
Coorientador: Prof. Dr. Alberto Nogueira de Castro Júnior

Manaus, AM
2021

Romualdo Costa de Azevedo

RP-UML: Uma Arquitetura Pedagógica para Apoiar Ensino-Aprendizagem de Modelagem de Sistemas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática, do Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Informática.

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Orientador: Prof. Dr. Bruno Freitas Gadelha
Coorientador: Prof. Dr. Alberto Nogueira de Castro Júnior

Manaus, AM
2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A994r Azevedo, Romualdo Costa de
RP-UML: uma arquitetura pedagógica para apoiar ensino-
aprendizagem de modelagem de sistemas / Romualdo Costa de
Azevedo . 2021
100 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Bruno Freitas Gadelha
Coorientador: Alberto Nogueira de Castro Júnior
Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Aprendizagem Colaborativa. 2. Revisão por Pares. 3.
Arquitetura Pedagógica. 4. Ensino de Engenharia de Software. 5.
Modelagem de Sistemas. I. Gadelha, Bruno Freitas. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título



PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA



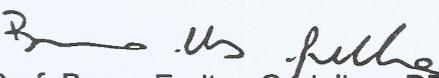
UFAM

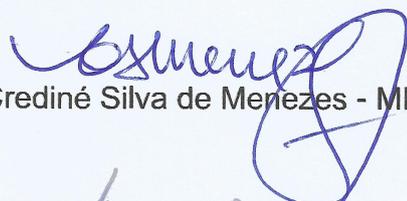
FOLHA DE APROVAÇÃO

**"RP-UML: Uma Arquitetura Pedagógica para Apoiar
o Ensino-Aprendizado de Modelagem de Sistemas"**

ROMUALDO COSTA DE AZEVEDO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos
Professores:


Prof. Bruno Freitas Gadelha - PRESIDENTE


Prof. Crediné Silva de Menezes - MEMBRO EXTERNO


Profa. Thais Helena Chaves de Castro - MEMBRO INTERNO

Manaus, 04 de Março de 2021

Resumo

A dificuldade acerca da aprendizagem de modelagem de sistemas com diagramas da *Unified Modeling Language* (UML) tem sido abordada em estudos relacionados ao ensino de Engenharia de Software. Atualmente, estes estudos expõem desde os erros mais comuns durante a aprendizagem a novas maneiras de abordar conteúdos de modelagem por meio de uma forma mais atrativa aos alunos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é auxiliar ensino-aprendizagem na modelagem software por meio de aprendizagem colaborativa em disciplinas de Engenharia de Software. Desse modo, apresenta-se a RP-UML, uma arquitetura pedagógica que estimula o desenvolvimento de habilidades de trabalho em grupo por meio da técnica de Revisão por Pares no decurso do ensino-aprendizagem de modelagem. Assim, utilizou-se uma metodologia baseada em pesquisa-ação, para a condução deste estudo e o desenvolvimento deste artefato. Para tanto, houve uma avaliação diagnóstica do problema de modo a elencar conceitos sobre a dificuldade de aprender UML seguida de um estudo de caso para observar a adoção da Revisão por Pares ao longo da atividade de modelagem em salas de aulas de graduação em Engenharia de Software. Com isso, tornou-se possível conceber o desenho inicial da arquitetura, instanciando os seus elementos e desenvolver uma ferramenta que pudesse dar suporte à técnica de Revisão por Pares e atuasse como suporte tecnológico da RP-UML. Assim, realizou-se um estudo de caso para observar a atuação da RP-UML durante o ensino-aprendizagem de modelagem de software, verificando os aspectos pedagógicos acerca da atuação da arquitetura e verificando a ferramenta por meio de um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM).

Palavras-chaves: Aprendizagem Colaborativa, Revisão por Pares, Arquitetura Pedagógica, Ensino de Engenharia de Software, Modelagem de Sistemas.

Abstract

The difficulty of learning systems modeling with *Unified Modeling Language* diagrams (UML) has been addressed in studies related to the teaching of Software Engineering. Currently, these studies range from the most common mistakes during the learning of systems modeling to new and attractive approaches for teaching this subject. In this context, the objective of this work is to assist the teaching-learning process of software modeling through the use of a collaborative learning technique in Software Engineering disciplines. Thus, we present the RP-UML, a pedagogical architecture that encourages the development of group work skills through the Peer Review technique as a collaborative learning approach in a systems modeling course. So, we adopted a methodology based on action-research to conduct this study and the development of this artifact. For this, we conducted a diagnostic study in order to list concepts about the difficulty of learning UML. So, we conducted a case study to observe the adoption of the Peer Review technique throughout the systems modeling activity in undergraduate classrooms in a Software Engineering course. With that, it became possible to conceive the initial design of the RP-UML, instantiating its elements and developing a tool that can support the Peer review technique. Thus, we carried out a case study to observe the performance of RP-UML during the teaching-learning of software modeling, verifying the pedagogical aspects of the performance of architecture and verifying the tool through a questionnaire based on the Acceptance Model of Technology (TAM).

Key-words: Collaborative Learning, Peer Review, Pedagogical Architecture, Software Engineering Teaching, Systems Modeling.

Lista de Figuras

Figura 1 – Ciclo 1	15
Figura 2 – Ciclo 2	16
Figura 3 – Concepção e avaliação da AP	17
Figura 4 – Etapas da pesquisa	18
Figura 5 – Diagrama de classes (PLEON, 2020)	24
Figura 6 – Diagrama de caso de uso (GUEDES, 2006)	25
Figura 7 – Interações à distância (TALEXEY, 2020)	28
Figura 8 – Protocolo da Pesquisa Exploratória	39
Figura 9 – Primeira versão do diagrama de caso de uso	44
Figura 10 – <i>Checklist</i> para validação do diagrama de caso de uso	45
Figura 11 – Versão final do diagrama de caso de uso	46
Figura 12 – Análise das respostas do questionário	47
Figura 13 – Configurando a Revisão por Pares no <i>Moodle</i>	49
Figura 14 – Etapas da AP	50
Figura 15 – Anexando arquivo para revisão	60
Figura 16 – Visão do revisor	61
Figura 17 – Fluxo do professor	63
Figura 18 – Lista de turmas cadastradas - visualização do professor	64
Figura 19 – Tela de configuração de atividade - visualização do professor	64
Figura 20 – Lista de atividades - visualização do professor	65
Figura 21 – Formulário de avaliação - visualização do professor	65
Figura 22 – Fluxo do aluno	66
Figura 23 – Lista de atividades das minhas turmas - visualização do aluno	67
Figura 24 – Informações da atividade - visualização do aluno	67
Figura 25 – Lista de revisões - visualização do revisor	68
Figura 26 – Tela correspondente à etapa de revisão da atividade em que obtém-se a visão geral do diagrama submetido, do diagrama revisado e do <i>checklist</i> a ser respondido - visualização do revisor	69
Figura 27 – Análise das respostas do questionário TAM (<i>Technology Acceptance Model</i>)	74
Figura 28 – TAM: utilidade percebida	75
Figura 29 – TAM: facilidade de uso percebida	76
Figura 30 – TAM: intenção de uso futuro percebida	77
Figura 31 – Revisão do diagrama de classes	78
Figura 32 – <i>Checklist</i> do diagrama de classes respondido	79
Figura 33 – Configuração da atividade no <i>Moodle</i>	80

Figura 34 – Configuração das datas das rodadas para a atividade - Model2Review .	81
Figura 35 – Escolhendo os revisores no <i>Moodle</i>	82
Figura 36 – Escolhendo os revisores na ferramenta Model2Review	83
Figura 37 – Definindo o formulário de avaliação no <i>Moodle</i>	84
Figura 38 – Definindo o formulário de avaliação na ferramenta Model2Review . . .	85

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Modelos de pedagogia	32
Tabela 2 – Revisão por Pares nas turmas de Engenharia de Software	42
Tabela 3 – Requisitos resultantes do processo de elicitação.	59

Sumário

1	Introdução	11
1.1	Contexto e Descrição do Problema	11
1.2	Motivação e Justificativa	12
1.3	Problema e Questão Norteadora	14
1.4	Objetivos	14
1.5	Metodologia de Pesquisa	15
1.5.1	Pesquisa Exploratória	18
1.5.2	Fase de Concepção	19
1.5.3	Fase de Avaliação	19
1.6	Organização do Trabalho	20
2	Fundamentação Teórica	21
2.1	Modelagem de Sistemas com UML	22
2.1.1	Diagramas da UML	22
2.2	Aprendizagem Colaborativa	25
2.2.1	Aprendizagem Colaborativa na Computação	27
2.3	Revisão por Pares	29
2.4	Modelos Pedagógicos e Epistemológicos	30
2.5	Arquiteturas Pedagógicas	33
2.6	Trabalhos Relacionados	35
2.7	Considerações Finais	37
3	Pesquisa Exploratória	39
3.1	Avaliação Diagnóstica	40
3.2	Estudo de Caso	41
3.2.1	Planejamento do Estudo	41
3.2.2	Execução do Estudo	41
3.2.3	Análise dos Resultados	43
3.2.3.1	Análise em Sala de Aula	43
3.2.3.2	Análise Utilizando o Moodle	48
3.3	Considerações Finais	49
4	Arquitetura Pedagógica: RP-UML	50
4.1	Elementos da RP-UML	51
4.1.1	Domínio de Conhecimento	51
4.1.2	Objetivos Educacionais	52
4.1.3	Conhecimento Prévio	52
4.1.4	Dinâmicas Interacionista-Problematizadoras	53
4.1.5	Mediações Pedagógicas Distribuídas	54

4.1.6	Avaliação Processual e Cooperativa das Aprendizagens	54
4.1.7	Suporte Tecnológico	54
4.2	Considerações Finais	55
5	Model2Review	57
5.1	Concepção do Suporte Tecnológico	57
5.1.1	Elicitação de Requisitos	57
5.1.2	<i>Brainstorm</i> e Entrevista	58
5.1.3	Requisitos	59
5.1.4	Prototipação	60
5.2	Apresentação do Suporte Tecnológico	61
5.2.1	Fluxo do Professor	62
5.2.2	Fluxo do Aluno	66
5.3	Considerações Finais	69
6	Discussões	70
6.1	Avaliação: Model2Review na prática	71
6.1.1	Planejamento do Estudo	71
6.1.2	Execução do Estudo	72
6.1.3	Resultados do Estudo	73
6.1.4	Aspectos Pedagógicos: Model2Review	77
6.2	Model2Review e Moodle	80
6.3	Considerações Finais	85
7	Conclusão	86
7.1	Resultados Obtidos	88
7.2	Artigos Publicados	88
7.3	Contribuições da Pesquisa	89
7.4	Perspectivas Futuras	90
	Referências	92

1 Introdução

Neste capítulo serão apresentados o contexto e descrição do problema, a justificativa, os objetivos (geral e específico), a metodologia e a organização deste trabalho.

1.1 Contexto e Descrição do Problema

Modelar sistemas é uma competência requerida por engenheiros de software no exercício de sua profissão que consiste em representar as especificações de um sistema real por meio de diagramas, possibilitando a compreensão das funcionalidades e comportamentos do software antes de implementá-lo (FOWLER, 2014). Neste contexto, a aprendizagem de modelagem vem sendo foco central de estudos ao longo dos anos como forma mais incisiva em documentação de software seja referente às suas notações de como utilizá-la ou como aprendê-la (SALOMÃO; SILVA, 2016).

No geral, esses estudos apontam a *Unified Modeling Language* (UML) como linguagem padrão para a modelagem orientada a objetos, mesmo que esta linguagem seja criticada por suas inconsistências semânticas e imprecisão das notações durante a elaboração de diagramas apresentados ao processo de desenvolvimento de software (TANAKA et al., 2018). A modelagem com UML é altamente utilizada na academia e na indústria como elemento importante da engenharia de requisitos, fase elementar do processo de desenvolvimento de software (PDS) (COSTA, 2018).

Desenvolvedores atuantes no PDS compreendem melhor as informações gerais e os requisitos a serem desenvolvidos por meio das informações dispostas na modelagem de sistemas (SILVA, 2018). Em contrapartida, os diagramas gerados na modelagem são úteis para a condução das etapas futuras do desenvolvimento, principalmente no que diz respeito à interpretação do funcionamento do software. Diversos exemplos de utilização de diagramas com UML durante a construção de software podem ser encontrados na literatura, como Battistella e Wangenheim (2016) e Júnior et al. (2017).

Desta forma, a modelagem torna-se um ferramental para visualizar o sistema, verificando os artefatos necessários e quais decisões os desenvolvedores tomarão ao longo do processo. Esse é um dos motivos pelo qual se justifica a construção de bons modelos de software, pois trata-se de uma etapa importante durante a concepção de um sistema (BEZERRA, 2016). No entanto, modelar sistemas não é uma tarefa trivial. Os alunos dos cursos de computação, como os de Engenharia de Software (ES), enfrentam muitas dificuldades durante o processo de aprendizagem e frequentemente demonstram inabilidades ao não compreenderem a sintaxe e a semântica dos diagramas (MA, 2017).

Dado o exposto, muitos pesquisadores buscam métodos de ensino que sejam facilitadores para o ensino de computação bem como o ensino de diagramas com UML.

Os métodos são baseados em diversos artefatos como modelos mentais, ambientes de aprendizagem e colaboração (RIVERA; LARRONDO-PETRIE, 2016), (COSENTINO; GÉRARD; SAGRERA, 2017) e (SHEN; TAN; SIAU, 2019). Apesar dos resultados proveitosos contidos na literatura, o estudo sobre a forma de aprendizagem de modelagem de software continua em aberto para novas experimentações em busca de métodos que auxiliem a abordagem de modelagem de sistemas com UML no ensino de ES.

1.2 Motivação e Justificativa

A atividade de modelagem de sistemas é de caráter primordial durante o PDS minimizando o retrabalho e auxiliando os desenvolvedores durante todo o processo. Esta atividade permite criar bases sólidas que guiarão o desenvolvimento do produto. Com os diagramas UML podemos visualizar, construir e documentar os artefatos do software a serem desenvolvidos. No entanto, alunos dos cursos de ES apresentam certas dificuldades durante ensino-aprendizagem (CHOURIO et al., 2019). A maioria dos problemas durante a aprendizagem de modelagem é relacionada à interpretação do enunciado. Os alunos geralmente não sabem identificar a ideia principal e acabam priorizando ideias secundárias como primordiais para o diagrama. No entanto, os alunos geralmente apresentam problemas com a linguagem de modelagem de sistemas, que refletem em problemas com as associações, confundindo por exemplo elementos do diagrama de classes com elementos do diagrama de casos de uso.

A motivação desta pesquisa encontra-se diante de trabalhos que ao longo dos anos vêm relatando a importância de aprender modelagem e as dificuldades percebidas durante o ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas (LAROZA; SEABRA, 2015). A existência de diversas pesquisas com resultados promissores para alunos e professores em relação à forma de ensino-aprendizagem de ES possibilitou citar alguns fatores que foram norteadores para a motivação deste trabalho como: (i) relatos de dificuldades dos alunos no que tange à aprendizagem de modelagem com a linguagem UML (CHOURIO et al., 2019); e (ii) aprender a modelar sistemas com UML não ser uma tarefa trivial (MEIRELES; BONIFÁCIO, 2015).

No contexto da aprendizagem de Engenharia de Software (ES), a aprendizagem colaborativa é primordial por desenvolver nos aprendizes habilidades não técnicas, conhecidas por *soft skills* (GONZÁLEZ-MORALES; ANTONIO; GARCÍA, 2011). Engenheiros de software precisam dessas habilidades não técnicas visto que o desenvolvimento de software é uma atividade que necessita de um esforço social e colaborativo (ESTÁCIO, 2017). Essas habilidades são importantes, principalmente nas atividades iniciais do desenvolvimento de software, que são aquelas relacionadas à elicitación de requisitos e modelagem. Assim, as práticas de ensino de modelagem, são importantes no desenvolvimento de competências necessárias para o desenvolvimento de software (PRESSMAN; MAXIM, 2016).

É por meio dos modelos que se torna possível obter múltiplas visões do sistema, particionando sua complexidade e facilitando sua compreensão. Os modelos atuam como meio de comunicação entre os participantes do projeto. Portanto, uma linguagem de modelagem, tal como a UML, é fundamental para a construção e o entendimento de bons modelos. Modelar é importante, pois com os modelos é possível visualizar o sistema como ele é ou como almeja-se que ele seja, especificar a estrutura ou o seu comportamento, proporcionar um guia para a construção e também documentar as decisões tomadas no projeto. Além do mais, cada modelo poderá ser expresso em diferentes níveis de precisão e modelar é importante durante a elaboração de sistemas para o aprendizado universitário (HUANG, 2020).

Entretanto, a linguagem UML é extensa e complexa. Existem diversos estudos que apontam as dificuldades durante o processo de modelagem de sistemas. Por exemplo, nos diagramas de casos de uso (UC) utilizados para descrever funcionalidades propostas para um novo sistema, as dificuldades prevalecem em identificar os atores do sistema, os casos de uso, os relacionamentos de generalização e relacionamentos *extend* e *include* (NASCIMENTO, 2017). A contribuição desta pesquisa é abrangente do ponto de vista acadêmico, podendo ser útil durante a aprendizagem de modelagem de sistemas com UML em disciplinas de ES, economizando tempo nas etapas futuras do processo de desenvolvimento de software, já que bons modelos serão revisados e, em teoria, de forma mais fácil do que se estivessem incorretos (TELES, 2017).

O resultado de uma boa modelagem de software é primordial para a averiguação de necessidades ou resolução de defeitos nas etapas iniciais do desenvolvimento de sistemas (NASCIMENTO, 2017). Com a facilidade da aprendizagem há economia no custo restante do processo, visto que a remoção de defeitos durante a construção é bem mais custosa do que a sua não inserção (MACEDO; CATINI; NETO, 2016). Com isso, esse trabalho justifica-se pela oportunidade de lidar com os problemas encontrados durante a aprendizagem de modelagem.

Os resultados desta pesquisa poderão impactar positivamente na indústria, haja vista que as concepções de bons modelos estão inerentemente ligadas à forma que os alunos aprendem a modelar. Então, a forma de aprendizagem proposta neste trabalho poderá refletir em resultados proveitosos na indústria, quando os alunos de ES tornarem-se colaboradores de empresas.

No geral, é possível sumarizar a importância de estudar as dificuldades na aprendizagem de modelagem de sistemas com UML, pois:

- a UML vem sendo adotada como a linguagem de modelagem padrão para a representação gráfica dos modelos de análise e projeto (DITTMAR; BUCHHOLZ; KÜHN, 2017);
- a modelagem de sistemas com UML é a forma mais utilizada durante a aprendizagem

e concepção de modelos de software (SILVA et al., 2018);

- há relatos sobre diversas dificuldades durante a aprendizagem de modelagem de sistemas (MA, 2017);
- bons modelos de software evitam o retrabalho de inspetores de software (MACEDO; CATINI; NETO, 2016);

Dado o exposto, esta pesquisa busca meios de promover uma nova forma de abordagem sobre o conteúdo de modelagem com diagramas UML em disciplinas de ES. Em virtude disso, espera-se que seja possível obter melhores resultados por parte dos alunos durante a elaboração de diagramas com UML. Assim, esta pesquisa parte da dificuldade na aprendizagem da modelagem de sistemas para estabelecer sua questão norteadora em prol de resultados promissores nesta área de conhecimento.

1.3 Problema e Questão Norteadora

O problema considerado para esta pesquisa é: a dificuldade dos alunos durante o ensino-aprendizagem de representação gráfica de diagramas UML nas disciplinas de Engenharia de Software. Para tanto, foi elaborada a seguinte questão:

- Como favorecer ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com diagramas da UML em disciplinas de Engenharia de Software?

Em vista da questão abordada, apresenta-se a seguir os objetivos desta pesquisa.

1.4 Objetivos

Esta pesquisa de mestrado tem como objetivo geral: "Auxiliar o ensino-aprendizagem na modelagem de sistemas com UML em disciplinas de Engenharia de Software por meio da aprendizagem colaborativa". E para atingir o objetivo geral, contemplou-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar a aplicação da técnica de Revisão por Pares durante ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com UML;
- b) Desenvolver uma Arquitetura Pedagógica para ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com diagramas UML;
- c) Verificar a Arquitetura Pedagógica durante ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com diagramas UML.

1.5 Metodologia de Pesquisa

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho baseia-se em conceitos de pesquisa qualitativa (SILVERMAN, 2016). A pesquisa qualitativa foi necessária, pois com ela busca-se compreender um fenômeno em seu ambiente natural. Assim, o método utilizado nesta pesquisa foi a pesquisa-ação que se trata de uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática (TRIPP, 2005). Este método é tipicamente realizado em ciclos iterativos, contando com a participação dos pesquisadores no objeto de estudo, que sucessivamente refinam o conhecimento adquirido nos ciclos anteriores e que compreende as etapas de planejamento da melhoria de uma prática, a ação para implantar uma melhoria nesta prática, o monitoramento para descrição dos efeitos da ação e a avaliação dos resultados desta ação (FILIPPO, 2011).

Para esta pesquisa, utilizou-se dois ciclos de pesquisa-ação. O primeiro para absorver o conhecimento de causa relacionado à prática de técnicas de aprendizagem colaborativa em sala de aula e utilizando o *Moodle*, como exposto na Figura 1. Assim, compreendeu-se a necessidade de realizar um segundo ciclo, para contemplar um artefato que auxiliasse ensino-aprendizagem de modelagem de software baseado na técnica de aprendizagem colaborativa de Revisão por Pares. Neste segundo ciclo, seria necessário descrever e compreender como o artefato elaborado poderia inferir no contexto desta pesquisa, bem como representado na Figura 2.

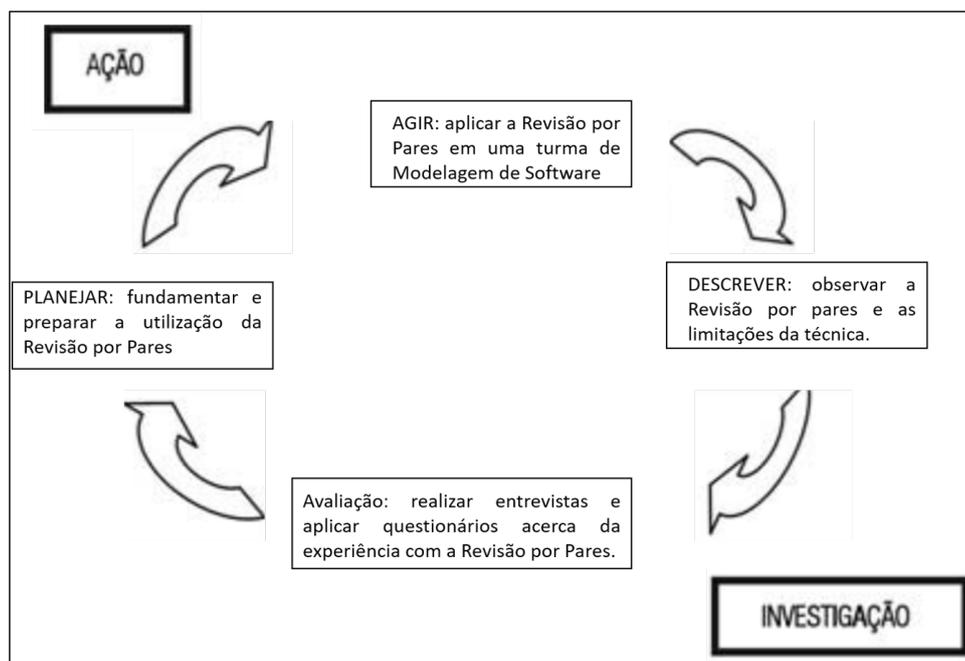


Figura 1 – Ciclo 1

Desta forma, a Figura 1 representa o primeiro ciclo da pesquisa-ação iniciando com

o planejamento de uma melhoria em ensino-aprendizagem de modelagem de software. Para tanto, foi realizada uma pesquisa exploratória acerca da Revisão por Pares na modelagem de software. Como ação, realizou-se um estudo de caso para investigar um fenômeno contemporâneo em ambiente real compreendendo os limites exploratórios, baseado em (YIN, 2004), acerca da utilização da técnica em sala de aula presencial e com mediação do *Moodle*. Para descrever os efeitos da ação foi averiguado como a técnica de Revisão por Pares foi compreendida pelos alunos, mediante questionário. Além disso, tanto para descrever os efeitos quanto para avaliar os resultados da ação foram realizadas entrevistas com os alunos para compreender o uso da técnica durante a aprendizagem de modelagem e como esta técnica poderia ser utilizada com mediação tecnológica adequada.

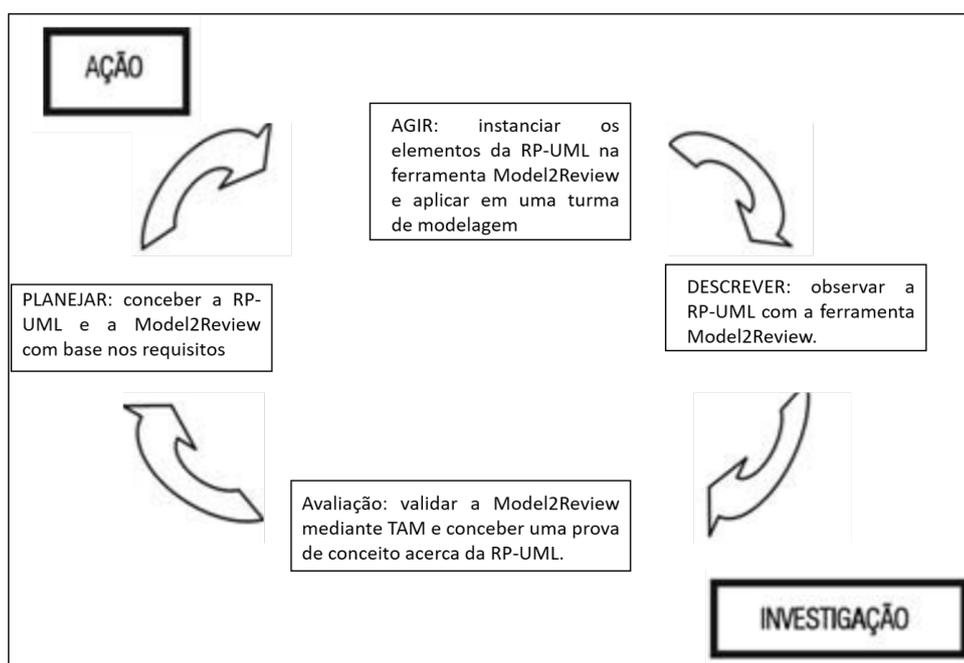


Figura 2 – Ciclo 2

Diante dos resultados do primeiro ciclo, surgiu a oportunidade de propor uma Arquitetura Pedagógica para apoiar ensino-aprendizagem de modelagem de software. Com isto, surgiu a necessidade de realizar um segundo ciclo de pesquisa-ação. Este ciclo, como na Figura 2, inicia com planejamento da melhoria que ocorreu com base nos resultados da pesquisa exploratória, por meio de observação, análise de sistemas correlatos e técnicas de elicitación de requisitos como *brainstorm* e entrevista. Já para monitorar e descrever os efeitos da ação foi apresentada e utilizada a RP-UML com a ferramenta Model2Review em uma turma de modelagem de software, em que os alunos participaram de uma atividade sobre diagramas de classes com a ferramenta instanciando os elementos da RP-UML. Contudo, para avaliar os resultados da ação foi estruturada uma prova de conceito acerca da RP-UML, onde se apresenta a discussão sobre a utilização da arquitetura, e um questionário TAM para avaliar os resultados da ferramenta Model2Review.

No caso desta pesquisa, buscou-se compreender a técnica de Revisão por Pares e a concepção de uma Arquitetura Pedagógica para o ensino de modelagem de sistemas (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015). Com isso, as etapas da metodologia dividiram-se em três etapas: pesquisa exploratória, concepção da tecnologia e avaliação da tecnologia. A pesquisa exploratória contém uma avaliação diagnóstica e um estudo de caso necessários para situar a pesquisa diante do problema e dos artefatos de solução.

Já as fases de concepção e avaliação da tecnologia foram baseadas nas etapas do modelo de prototipagem em espiral para a concepção de trabalhos de ES. Na literatura, pode-se encontrar exemplos similares a esta forma de metodologia (LIMA, 2016). A Figura 3 mostra o esboço da espiral utilizada para elaborar a metodologia deste estudo:

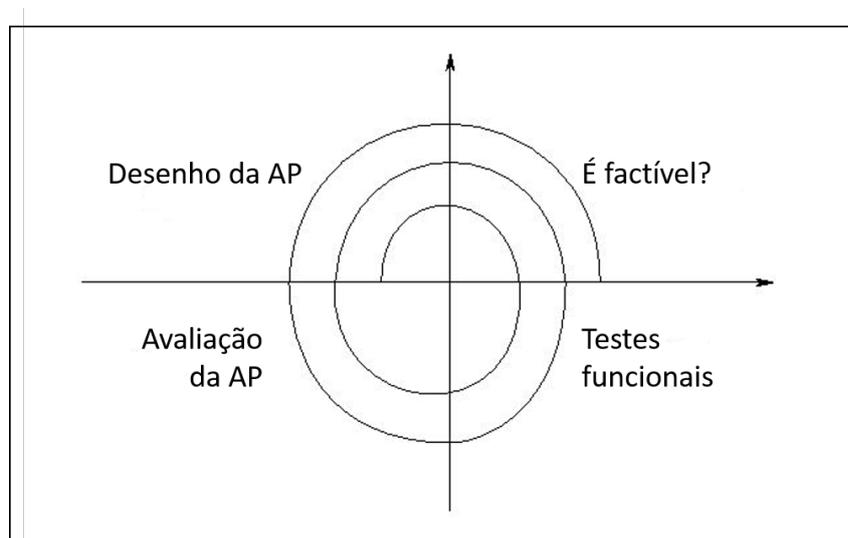


Figura 3 – Concepção e avaliação da AP

Primeiramente foi concebido um desenho inicial da Arquitetura Pedagógica (AP) e depois verificado se ele era factível, com isso foram elicitados os requisitos para a construção de um Suporte Tecnológico (ST) para a AP em questão. Em seguida, o suporte foi implementado e utilizado no contexto de ensino remoto de modelagem de sistemas com UML. Em decorrência disso, tornou-se possível observar a aplicação da Arquitetura Pedagógica elaborada em uma turma de modelagem de sistemas com UML.

Na Figura 4 tem-se uma visão geral dos passos utilizados neste trabalho, desde a etapa de avaliação diagnóstica para interpretar o problema de pesquisa até a validação da AP:

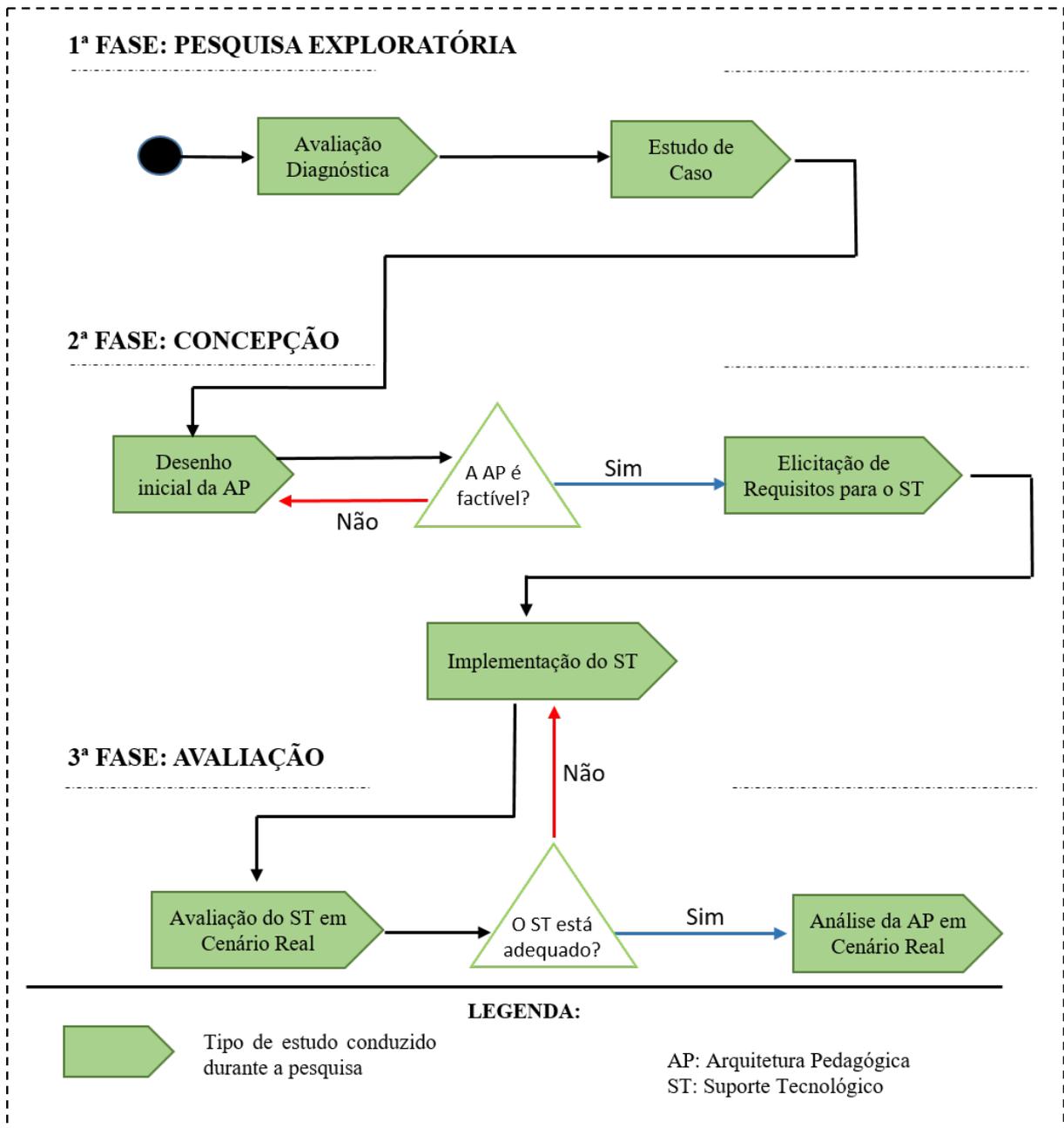


Figura 4 – Etapas da pesquisa

1.5.1 Pesquisa Exploratória

A pesquisa exploratória foi realizada para que o estudo do problema pudesse fornecer ideias para construir a solução apresentada nesta pesquisa:

(i) **Avaliação Diagnóstica:** realizada para elencar os conceitos necessários desta pesquisa, buscando abordagens sobre o problema e fornecendo uma estrutura conceitual para o desenvolvimento do estudo, bem como a situação da AP no entorno de modelos pedagógicos e epistemológicos.

(ii) **Estudo de Caso:** realizado com o objetivo de verificar a adequação da Revisão por Pares (RP) na aprendizagem de modelagem de sistemas, verificando se a abordagem de uma arquitetura neste contexto é factível e obtendo experiência prática para então definir os elementos da AP. Este estudo aconteceu em duas etapas, a saber: (a) Análise em sala de aula: referente à observação da abordagem de modelagem com UML utilizando a RP em sala de aula, sem auxílio tecnológico; e (b) Análise utilizando o *Moodle*: referente à aplicação da RP utilizando o recurso “Laboratório de Avaliação” que consiste na RP disponibilizada na plataforma do *Moodle*.

1.5.2 Fase de Concepção

A fase de concepção da AP deste trabalho envolveu passos que necessitaram execução de estudos com objetivo de recolher os elementos necessários para se obter uma proposta inicial de arquitetura. Estes estudos remetem as fases de definição dos elementos da AP em conjunto com seu ST. Os passos estão descritos a seguir:

(iii) **Desenho inicial da AP:** foi realizado para definir elementos como domínio do conhecimento, objetivos educacionais, conhecimento prévio, dinâmicas interacionista-problematizadoras, mediações pedagógicas distribuídas, avaliação processual e cooperativa das aprendizagens e suporte educacional.

Questão - "A AP é factível?": utilizou-se esta etapa para verificar se a ideia de AP a ser elaborada era factível. Caso não fosse, a pesquisa retornaria a fase de desenho de AP e caso fosse factível a pesquisa passaria ao próximo passo, a elicitação de requisitos para a construção de um ST. Este último elemento da arquitetura foi definido durante a aplicação da RP no Estudo de Caso, com ele pode-se elicitar os requisitos com os alunos do estudo utilizando as técnicas de *brainstorm*, entrevista e prototipação.

(iv) **Elicitação de Requisitos para o ST:** esta etapa é referente à análise da técnica de RP aplicada no estudo de caso, verificando os itens necessários para a construção de uma ferramenta de suporte para sua aplicação, as técnicas utilizadas foram *brainstorm*, entrevista e prototipação.

(v) **Implementação do ST:** o sistema foi desenvolvido utilizando ciclos de desenvolvimento baseados em espiral por meio de elicitação de requisitos, prototipação e codificação.

1.5.3 Fase de Avaliação

A fase de avaliação da tecnologia desenvolvida nesta pesquisa envolve as etapas de avaliação de usabilidade do ST e da observação em sala de aula da AP elaborada.

(vi) **Avaliação do ST em cenário Real:** esta fase ocorreu durante o ensino de modelagem de sistemas em uma AEE (Atividade Extracurricular Especial) cuja a ementa contemplava os assuntos de modelagem de sistemas. Para avaliá-lo, foi realizada uma

atividade de modelagem de sistemas com Revisão por Pares mediada pelo ST. Com a Revisão por Pares realizada, foi possível a observação do ST para compreender quais as melhorias necessárias para que o software proporcione melhor resultado durante a sua utilização em uma turma de modelagem de sistemas.

Questão - "O ST está adequado?": após a avaliação da AP em um cenário real, um questionário foi passado aos alunos para verificar seus pontos de vista sobre a ferramenta que media a Arquitetura Pedagógica. Com este *feedback*, os alunos puderam relatar sobre a utilidade percebida na ferramenta, a facilidade de uso da ferramenta e a intenção de uso futuro.

(vi) **Análise da AP em cenário Real:** esta fase ocorreu durante o ensino de modelagem de sistemas em uma AEE (Atividade Extracurricular Especial) cuja a ementa contemplava os assuntos de modelagem de sistemas. Neste caso, o ensino de modelagem de sistemas foi modelado de acordo com os elementos da AP elaborada neste trabalho. Com a observação da AP foi possível compreender como o ST atuou durante a aprendizagem de modelagem de sistemas, e como os elementos da arquitetura refletiram em relação aos resultados dos alunos durante a AEE.

1.6 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 contém a Fundamentação Teórica, com conceitos e trabalhos relacionados; no Capítulo 3 é abordada a Pesquisa Exploratória utilizada para verificar a Revisão por Pares atuando no ensino de modelagem de sistemas; no Capítulo 4 constam os elementos da Arquitetura Pedagógica RP UML; o Capítulo 5 discorre sobre a ferramenta Model2Review elaborada para atuar como Suporte Tecnológico da RP-UML; o Capítulo 6 descreve as Discussões; no Capítulo 7 constam as Conclusões.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo apresentam-se os conceitos e trabalhos relacionados com esta pesquisa. Almeja-se, com isto, proporcionar melhor entendimento na leitura e a comprovação da relevância desta pesquisa de acordo com o estado-da-arte. Nesse contexto, constam nas seções a seguir conceitos de modelagem de sistemas com UML, que faz parte do domínio deste trabalho, e conceitos de Aprendizagem Colaborativa com a Técnica de Revisão por Pares, que é utilizada para auxiliar o ensino de modelagem neste trabalho. Nas seções seguintes, constam os conceitos sobre Modelos Pedagógicos e Epistemológicos, úteis para mensurar as pedagogias possíveis para o ensino e os conceitos sobre Arquitetura Pedagógica. Nesse, disserta-se o artefato teórico, onde é possível estruturar na prática conceitos para auxiliar o ensino de modelagem de sistemas com UML com a técnica de Aprendizagem Colaborativa de Revisão por Pares a partir do Modelo Pedagógico de Pedagogia Relacional.

Nesse contexto, a primeira seção apresenta a modelagem de sistemas com UML, contemplando os grupos de diagramas da UML e seus tipos. Isso é necessário para compreender o domínio deste estudo. A segunda seção é de Aprendizagem Colaborativa onde se situa a aprendizagem colaborativa e a seguir, a Aprendizagem Colaborativa na computação, bem como o uso das técnicas de Aprendizagem Colaborativa. Esta seção é útil para entender o tipo de pedagogia que deve ser empregada ao utilizar a Aprendizagem Colaborativa. A terceira seção é a de Revisão por Pares, nesta seção constam os passos para aplicação da técnica e os procedimentos que são necessários ou optativos. Esta é a técnica utilizada para auxiliar o ensino de modelagem com UML neste trabalho, pois certos autores relatam que ela estimula o desenvolvimento de habilidades de crítica e autocrítica durante sua execução. Nesse sentido, ela é adequada para o domínio de modelagem de sistemas com UML, porquanto essas habilidades são requeridas aos Engenheiros de Software em sua profissão, já que o Processo de Desenvolvimento de Software (PDS) é uma tarefa inerentemente colaborativa.

A quarta seção é de Modelos Pedagógicos e Epistemológicos, onde são apresentados os conceitos de pedagogias diretiva, não-direcional e relacional, que eram extremamente úteis para a concepção dos elementos da Arquitetura Pedagógica. A quinta seção é sobre as Arquiteturas Pedagógicas, nesta é relatado teoricamente como devem ser reunidos conhecimentos para estruturar na prática conceitos para auxiliar ensino-aprendizagem de um tópico de estudo. Neste caso, como reunir em uma Arquitetura Pedagógica o domínio de modelagem de sistemas com UML com a técnica de Aprendizagem Colaborativa de Revisão por Pares a partir do Modelo Pedagógico de Pedagogia Relacional para auxiliar o ensino de Engenharia de Software.

2.1 Modelagem de Sistemas com UML

Autores consideram que todo software deve ser modelado antes que a implementação seja iniciada durante o PDS. O levantamento de requisitos é uma das primeiras fases durante a concepção de um sistema. Durante esta fase realizam-se entrevistas nas quais o desenvolvedor busca compreender como funciona o processo que deverá ser automatizado e quais serviços são necessários para que o sistema funcione de forma adequada. Não obstante, a comunicação constitui-se como um desafio durante esta fase do processo de desenvolvimento de software. O desenvolvedor precisa de habilidade para abstrair as características necessárias no sistema. Ele precisa compreender conceitos vagos e difusos para representá-los em conceitos concretos e inteligíveis ao modelar o sistema (VIEIRA et al., 2015). Com um sistema bem modelado é possível que o programador ganhe tempo de desenvolvimento, mas caso o sistema tenha uma modelagem insuficiente para o problema, o programador pode ter que refazer atividades ocasionando a necessidade de retrabalho.

Nesse contexto, a modelagem de software utiliza elementos gráficos que definem um modelo de software. Esta representação gráfica possibilita caracterizar os elementos do software representando-o objetivamente em meio aos componentes. Essa representação gráfica vem sendo definida como orientada a objetos diante da popularidade da construção de software neste meio. A linguagem de modelagem unificada (UML) é uma linguagem visual para especificar, construir e documentar artefatos de sistemas (LARMAN, 2000). A UML é a forma de representar e documentar os modelos onde constam informações úteis durante todo o restante do PDS. A UML pode ser aplicada em áreas distintas, mas na computação é atrelada aos processos de negócios para software. Com a UML é possível relacionar expressões, comportamentos e ideias a uma notação compreensível que possibilita a eficiência. Nesse contexto, a UML tornou-se um padrão em relação à modelagem de software (LOBO, 2009).

2.1.1 Diagramas da UML

A UML passou por refinamentos nas formas de representação ao longo dos anos, em seus diagramas, diante das demandas surgidas. Com a UML é possível estruturar um sistema que está sendo desenvolvido, documentar este sistema (onde a documentação será base para atividades de manutenção, codificação e fase de testes) e documentar sistemas existentes como forma de engenharia reversa. A UML teve seus diagramas categorizados em dois grandes grupos, diante de atualizações: estruturais e comportamentais (GUEDES, 2018).

Os diagramas estruturais são utilizados para especificar detalhes da natureza e condição do sistema (parte estática), por exemplo: classes, métodos, interfaces, *namespaces*, serviços, como componentes devem ser instalados e como deve ser a arquitetura do sistema. Para tanto, são apresentados como diagramas estruturais da UML: (i) Diagrama

de Classes, que possibilita a visualização detalhada de atributos e métodos das classes, bem como os relacionamentos entre essa estrutura; (ii) Diagrama de Componentes, que apresenta as dependências entre os componentes do sistema, ou seja, as dependências entre os métodos da aplicação com as estruturas; (iii) Diagrama de Pacotes, que apresenta as dependências entre os pacotes atuando como um agrupamento lógico; e (iv) Diagrama de Objetos, onde constam as instâncias dos objetos do sistema (SILVA; MARTINS; DINIZ, 2017).

Já os diagramas comportamentais são utilizados para especificar detalhes do procedimento do sistema (parte dinâmica), por exemplo: como as funcionalidades devem agir, como um processo de negócio deve ser tratado pelo sistema, como componentes estruturais trocam mensagens e como respondem às chamadas (BEZERRA, 2016). São exemplos de diagramas comportamentais: (i) Diagrama de Casos de Uso, que apresenta as características de um sistema, bem como a forma que os elementos se relacionam com os usuários, além disto, este diagrama apresenta os artefatos externos que são envolvidos no processo de desenvolvimento; (ii) Diagrama de Atividades, onde as atividades do sistema são contempladas utilizando a representação de processos em uma organização; e (iii) Diagrama de Transição de Estados, que detalha os estados que os objetos irão transitar, considerando a execução de um processo no sistema em questão (BECKMANN et al., 2017).

Apesar do conjunto de diagramas citados nesta seção, neste trabalho foram utilizados os diagramas de classes e casos de uso durante o estudo de caso. Por este motivo, os dois estão especificados a seguir.

O diagrama de classes tem como enfoque permitir a visualização das classes que compõem o sistema com seus respectivos atributos e métodos, bem como demonstrar como as classes do diagrama se relacionam, complementam e transmitem informações entre si. Este diagrama apresenta uma visão estática de como as classes estão organizadas, preocupando-se em como definir a estrutura lógica delas. O diagrama de classes serve de apoio para a construção da maioria dos outros diagramas da linguagem UML, podendo garantir que os modelos estão de acordo com os requisitos do negócio (DIAS; SCHMITZ; LIMA, 2018). A Figura 5 ilustra um diagrama de classes e como é possível apresentar as classes com seus métodos e atributos.

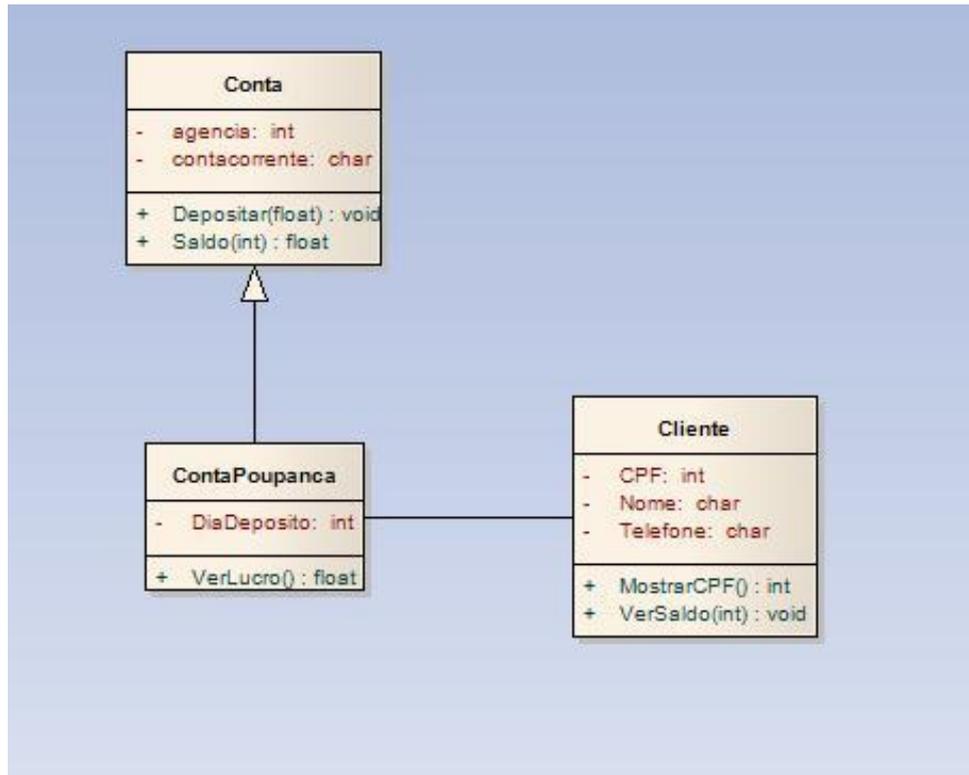


Figura 5 – Diagrama de classes (PLEON, 2020)

Já os diagramas de caso de uso são utilizados como base para planejamento do projeto, construção e comunicação com usuários. A qualidade e inteligibilidade destes modelos são fundamentais. No escopo do PDS existem interesses distintos relacionados aos papéis desempenhados durante o desenvolvimento para com este diagrama, por exemplo, o gerente do projeto espera que os casos de uso abranjam todos os requisitos funcionais, enquanto que um projetista tem a expectativa que a terminologia utilizada seja consistente ao longo de todo o documento (ALCÂNTARA; CANEDO; COSTA, 2018). Para ilustrar, apresenta-se na Figura 6 um diagrama estendido de caso de uso, onde uma ação pode necessitar de outra ação. Neste caso, para o cliente encerrar a conta, ele precisa sacar ou depositar.

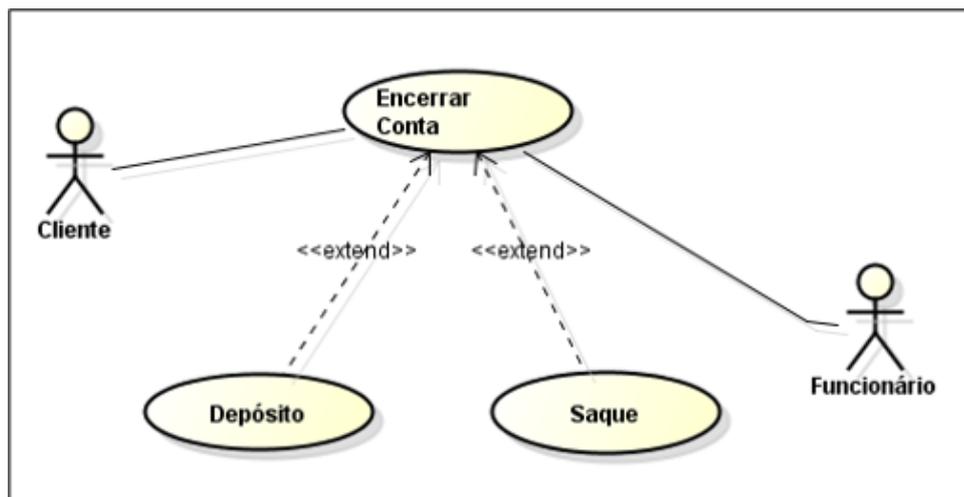


Figura 6 – Diagrama de caso de uso (GUEDES, 2006)

No geral, os diagramas da UML são altamente utilizados na indústria, por esse motivo, a academia sempre está aprimorando os estudos nesta área. Diante deste contexto, diversas metodologias vêm sendo utilizadas visando melhores resultados durante ensino-aprendizagem de diagramas UML, já que bons modelos de sistemas refletem em bons resultados na indústria. Com isso, há a possibilidade de promover a aprendizagem colaborativa durante o processo de ensino de modelagem de sistemas, já que o processo de desenvolvimento como um todo é uma atividade inerentemente colaborativa. A próxima seção apresenta os conceitos da aprendizagem colaborativa.

2.2 Aprendizagem Colaborativa

A aprendizagem colaborativa caracteriza um novo ambiente pedagógico, distinto do tradicional, em que professores e alunos atuam em novos papéis. O professor deixa o centro das atenções e os alunos passam a progredir por seus próprios esforços, por meio das interações promovidas pelo professor que adapta o trabalho aos temas de estudo de acordo com as circunstâncias, currículos e áreas específicas dos alunos. É importante ressaltar que colaborar é proporcionar ferramentas, processos e espaços que favorecem a interação e integração entre as pessoas. Com isso, a colaboração em ambientes virtuais torna-se um fenômeno frequente e pode ser vista como uma estratégia da pedagogia relacional (MEIRINHOS, 2007).

Desta forma, na colaboração permite-se um maior contato entre as pessoas que compartilham a mesma percepção das metas que precisam ser alcançadas. Outro fator importante é não confundir colaboração com cooperação, a qual está ligada ao relacionamento pessoal. Ou seja, os cooperadores conseguem ouvir uns aos outros, respeitando ideias e compartilhando decisões em conjunto. No ambiente da cooperação, todos os com-

portamentos são aceitos e compartilhados no âmbito geral. Portanto, para a educação, a diferença entre colaborar e cooperar é que na colaboração os alunos estão auxiliando o outro e na cooperação um aluno está construindo um resultado junto com o outro (BONA; BASSO; FAGUNDES, 2011).

Com isso, aprender colaborativamente designa aos participantes uma forma de diálogo, em que podem discutir e maximizar habilidades de críticas e autocríticas. Neste cenário, usa-se conceitos de pedagogia relacional com técnicas de aprendizagem colaborativa sendo implementadas para auxiliar na interação dos alunos durante a aprendizagem de modelagem de sistemas, possibilitando a melhoria de seu desempenho em relação a sua aprendizagem (PEIXOTO, 2016).

A aprendizagem colaborativa pode ser aplicada academicamente por meio de professores ou monitores (FRISON, 2016), prezando a troca de experiências e promovendo o engajamento, envolvimento e a motivação dos participantes. Desde as décadas passadas, autores como Neto, Barreto e Afeche (1998) e Aresta, Moreira e Pedro (2009) discutem as definições de aprendizagem colaborativa como o processo de construção do conhecimento decorrente da participação, do envolvimento e da contribuição ativa dos alunos na aprendizagem uns dos outros.

Nesse sentido, aprender colaborativamente consiste em um processo complexo de atividades sociais que é propulsionado por interações mediadas por várias relações. Diante do crescimento da tecnologia surgem novos métodos de ensino e geralmente a cooperação e a colaboração à distância se dão por meio tecnológico. Assim, as diversas formas de aprendizagem colaborativa vêm obtendo soluções tecnológicas para a execução das suas técnicas de aprendizagem. O objetivo destas ferramentas colaborativas é fornecer recursos para a aprendizagem (STAHL; KOSCHMANN; SUTHERS, 2006).

As teorias da aprendizagem se tornaram essenciais para o processo de formação individual e coletiva, ao contribuírem com as metodologias atuais ativas e significativas dos processos pedagógicos (CAVALCANTE, 2018). A aprendizagem colaborativa é importante diante da facilidade com que o conhecimento pode ser compartilhado ativamente e também pelo fato desta metodologia vir solucionando problemas de aprendizagem. Com a busca pela solução dos problemas de aprendizagem, o desenvolvimento de ferramentas para outras pessoas aprenderem é inerente, permitindo, assim, a interação e o desenvolvimento das habilidades críticas até em contextos à distância.

Não existe um perfil colaborador, mas existem profissionais que possuem habilidades que podem contribuir de forma colaborativa. O colaborador ideal existe de acordo com as necessidades e anseios das necessidades, academicamente e em organizações. A ideia de um colaborador ideal não é única e imutável, pois existem fatores particulares como a motivação pela busca de conhecimentos e por novas habilidades. Isto auxilia a instituir um perfil colaborador. Na colaboração, a falha de um dos membros implica na falha do grupo já que as atividades realizadas pelos participantes têm interdependências

com as de outros membros, objetivos comuns e compartilhados (OLIVEIRA, 2008).

Isto posto, a colaboração para o ensino de computação vem ocasionando oportunidades de pesquisa inestimáveis. Assim, novas metodologias pedagógicas com ferramental computacional para propor soluções de interações, vêm sendo desenvolvidas. Com a computação, os professores tem melhor percepção sobre a dinâmica, e podem trabalhar conteúdos mais complexos de forma mais incisiva e inovadora, sendo o foco de projetos sobre metodologias ativas mediadas por tecnologia (ALMEIDA et al., 2018) .

2.2.1 Aprendizagem Colaborativa na Computação

O processo de desenvolvimento de software é inerentemente colaborativo. Com isso, as abordagens durante o aprendizado de conceitos relacionados ao desenvolvimento de soluções em computação de forma colaborativa é alvo de pesquisas atualmente. Existem relatos de estudos sobre a Aprendizagem Colaborativa em diversos seguimentos da computação como a computação desplugada, o ensino de programação e o ensino de engenharia de software, no qual relaciona-se esta pesquisa. (REIS et al., 2018), (ALVES et al., 2017) e (COSTA et al., 2019b).

Com as pesquisas no contexto de colaboração em computação, oportuniza-se a criação de ambientes colaborativos, onde os professores podem realizar dinâmicas entre os alunos de forma colaborativa. Não necessitando aplicar a dinâmica em sala de aula. Desta forma, o professor pode utilizar o horário de sala de aula para outras atividades e a dinâmica colaborativa pode ocorrer extra-classe, por exemplo. Atualmente, a computação é o ferramental para que a colaboração possa ocorrer em ambiente remoto (QUARTO et al., 2017), (ESPERANDIM, 2016) e (CARNEIRO et al., 2020).

A colaboração no ensino de computação vem obtendo reflexos estimáveis em relação ao aprendizado dos alunos. Isto ocorre porque há na computação, bem como nas outras áreas, conceitos que são mais abstratos em que os alunos apresentam dificuldade para compreender (CHOURIO et al., 2019). E, com a Aprendizagem Colaborativa proporciona-se ao aluno uma nova forma de aprender e auxilia os mesmos a desenvolverem habilidades que o ensino com as pedagogias tradicionais não promovem (HERNÁNDEZ-SELLÉS; MUÑOZ-CARRIL; GONZÁLEZ-SANMAMED, 2019). A Figura 7 ilustra a ideia de colaboração à distância, onde os participantes das atividades não estão reunidos no mesmo ambiente físico, mas podem se desenvolver criticamente de forma remota, por meio de interações proporcionadas pelos ambientes de atividades colaborativas à distância.

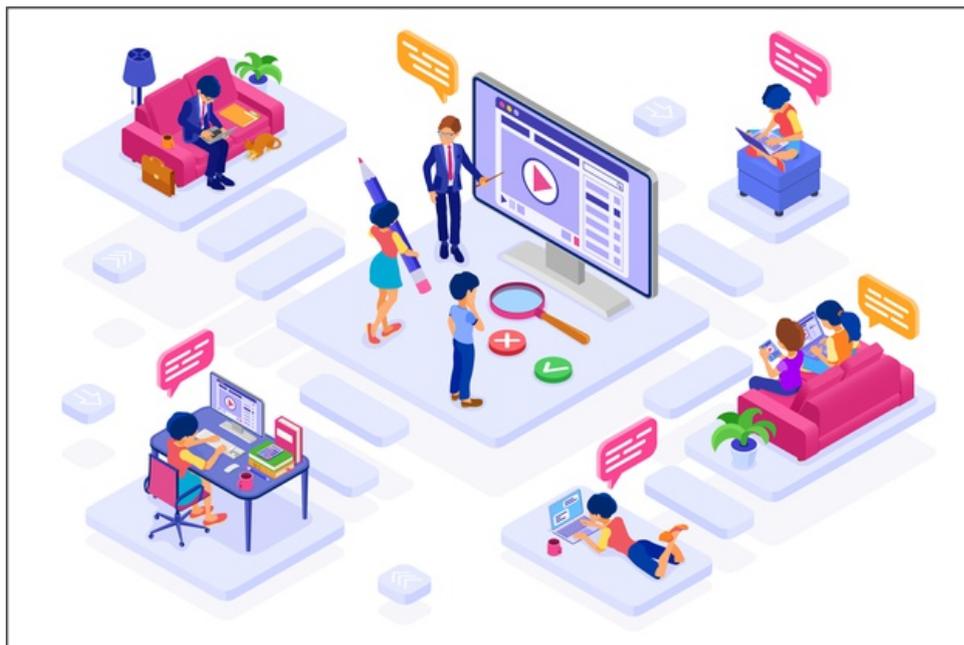


Figura 7 – Interações à distância (TALEXEY, 2020)

O trabalho com a aprendizagem colaborativa inclui aspectos que serão utilizados pelo resto da vida por seus participantes, desenvolvendo nestes a expertise de um profissional colaborador. Muitas tarefas de aprendizagem colaborativa podem ser categorizadas de acordo com as habilidades que são necessárias desenvolver nos participantes. Essas categorias incluem técnicas para: discussão, ensino recíproco, resolução de problemas, uso de organizadores gráficos de informação, foco na escrita e uso de jogos (CASTRO et al., 2016). Nessas categorias estão presentes as diversas técnicas de aprendizagem colaborativa (SOBRINHO et al., 2016), como:

- **Round Robin**, em que os alunos participam de sessões de *brainstorm* e uma das características é que esta técnica assegura a participação de todos os participantes. Com a Round Robin estimula-se a geração de ideias transitando de um discente para outro, sem interrupção, até que todos os discentes tenham sido envolvidos na técnica. A comunicação, nesta técnica dura de 5 a 15 minutos, em sala de aula.
- **Note-Talking Pairs**, esta técnica tem como característica auxiliar os alunos a adquirir informações que estejam faltando para corrigir. Nesta técnica, os participantes combinam informações sobre suas anotações individuais para realizar melhorias sobre as anotações de seu parceiro. A comunicação, nesta técnica dura de 5 a 15 minutos, em sala de aula.
- **Learning Cell**, que envolve os alunos ativamente em pensamento de conteúdo. Nesta técnica os discentes são estimulados a desenvolverem questões de forma indi-

vidual e posteriormente submetem a perguntas almejando descobrir o que pensaram. A comunicação, nesta técnica dura de 15 a 30 minutos, em sala de aula.

- **Team Scavenger Hunt**, esta técnica está atrelada às técnicas que utilizam jogos para compreensão de conteúdo, de forma colaborativa. A principal característica desta técnica é introduzir os alunos a artefatos. A comunicação, nesta técnica dura de 30 minutos a 1 hora, em sala de aula.
- **Peer Review**, que tem como característica o desenvolvimento nos alunos de habilidades críticas e autocríticas. Nesta técnica os alunos elaboram uma primeira versão de atividade e a submetem a seus colegas, estes atuam como avaliadores sobre a atividade e, em seguida, os autores dos diagramas obtêm o *feedback* em relação à atividade e desenvolvem uma outra versão do diagrama. A comunicação, nesta técnica, dura de 15 a 20 minutos, em sala de aula.

A última técnica descrita, de Revisão por Pares, foi utilizada nesta pesquisa para promover as habilidades de crítica e autocrítica nos alunos, por meio da Arquitetura Pedagógica para o ensino de modelagem de sistemas.

2.3 Revisão por Pares

A apresentação tradicional de conteúdo é considerado um dos problemas do ensino tradicional. As aulas geralmente são retiradas dos livros e os estudantes têm poucos estímulos para participações. A Revisão por Pares oportuniza que os alunos sejam estimulados a atuar durante o processo de absorção de conteúdo. O ensino tradicional dificulta oportunidades adequadas para que os estudantes pensem de forma crítica onde a Revisão por Pares os estimula a isto. Esta técnica de Aprendizagem Colaborativa tem como princípio explorar a interação entre os estudantes durante a apresentação dos conteúdos e focar a atenção dos alunos. Desta forma, os alunos tendem a desenvolver habilidades em que as aulas baseadas em livros, totalmente expositivas, não estimularia. Contudo, a Revisão por Pares é ocasionada por um processo onde os alunos são forçados a pensar com base nos argumentos e dá ao professor uma forma de avaliar sua compreensão em relação ao conceito (FERREIRA; MOREIRA, 2017).

A Revisão por Pares (RP) é uma técnica de aprendizagem colaborativa originalmente criada para avaliação de manuscritos em periódicos científicos realizada por outros pesquisadores. No entanto, o caráter pedagógico da RP é bem mais explorado em ambientes acadêmicos, inclusive nas áreas de tecnologia. Existem algumas variações da técnica, mas elas dependem da qualificação dos alunos e/ou da finalidade aplicada, como obter a revisão de pelo menos dois ou mais avaliadores. O processo é aplicado aos alunos para serem revisores uns dos outros para que desenvolvam personalidade crítica diante do tra-

balho dos colegas (SILVA; MUELLER, 2017). No geral, os passos para a aplicação da RP é a mesma.

Os procedimentos para aplicar a RP consistem geralmente em: (i) os estudantes trabalham em pares, conversando e descrevendo ideias sobre o trabalho individualmente, cada estudante descreve suas ideias em um papel, fazendo perguntas e sugestões; (ii) cada estudante com conduta de pesquisador guarda o que observou e que poderia ser útil para o seu próprio trabalho; (iii) estudantes escrevem em seus trabalhos individualmente; (iv) os alunos usam rascunhos em papel para edição por pares, os editores fazem marcas de revisão e comentários diretamente no papel, pontuam ou classificam o artigo com um formulário de RP e também preenchem e assinam o formulário de RP, indicando suas classificações de cada um desses elementos; (v) cada autor revisa seu artigo, levando em consideração a edição de pares e; (vi) os autores anexam o formulário de RP ao rascunho final e o submetem ao professor para avaliação (BARKLEY; CROSS; MAJOR, 2014).

É indubitável que os procedimentos citados possam funcionar de outras formas. Por exemplo, é possível que haja flexibilidade durante a aplicação dos procedimentos da técnica de RP, sem descaracterizá-la. Essa flexibilidade pode ser referente à: definição do número de revisores, que pode ser mais de um; os alunos poderem realizar mais de uma rodada de revisão; e aos alunos terem acesso ou não às notas da avaliação do revisor (podendo apenas visualizar os comentários). Caso alguns dos alunos não sejam experientes no tema, é aconselhável que utilizem um *peer review information* como guia durante a revisão. O *peer review information* pode ser um *checklist* ou um manual de avaliação para que o revisor possa pontuar o que está avaliando e a escala da importância de cada ponto revisado (BARKLEY; CROSS; MAJOR, 2014).

Existem diversas vantagens em utilizar a Revisão por Pares. As discussões para convencer o colega ao seu ponto de vista sobre o problema é uma forma de tornar a aula mais interessante. Os estudantes não são limitados a assimilar o conteúdo, apenas. Eles devem ser críticos para explorar seus pensamentos e defender seus pontos de vista. Assim, há uma melhoria durante a compreensão conceitual. Com isso, a técnica de RP é uma das bases para a concepção da Arquitetura Pedagógica. Para entender como a técnica de RP atuaria no processo de ensino-aprendizagem, apresenta-se na próxima seção os Modelos Pedagógicos e Epistemológicos, com seus aspectos do processo de ensino-aprendizagem, que foram necessários para a definir os elementos da AP.

2.4 Modelos Pedagógicos e Epistemológicos

Os modelos pedagógicos orientam planos de aula. Eles abrangem desde a forma de como o conteúdo escolar é apresentado até como os professores devem se relacionar com os alunos. Na literatura, são encontrados três modelos pedagógicos que representam o processo de ensino-aprendizagem, são eles o de pedagogia diretiva, pedagogia não-diretiva

e o de pedagogia relacional ou construtivista. Com base em [Becker \(1994\)](#), onde professores e alunos são tratados como polos na aprendizagem, será relatado nesta seção cada um desses modelos.

Pedagogia Diretiva: considera que o indivíduo, ao nascer, nada tem em termos de conhecimento e o docente empirista "deposita" o conhecimento no indivíduo ([SOARES; LIMA; SCHMITT, 2018](#)) neste tipo de pedagogia imagina-se como exemplo uma sala de aula tradicional. Este modelo resume-se ao professor sendo o centro do conhecimento, atuando como transmissor e o aluno como receptor do conteúdo. Nesta pedagogia tem-se o professor como sujeito e o aluno como objeto.

Durante a pedagogia diretiva, o professor como representante do meio social é quem determina a ação do aluno. Os polos da aprendizagem não se complementam. Neste tipo de pedagogia, acredita-se que o conhecimento vem do exterior. Para alguns autores esta pedagogia empirista tem como característica negativa principal o autoritarismo, pois o professor tem certas convicções como a de que o conhecimento do indivíduo vem do meio físico ou social, o sujeito é totalmente determinado pelo mundo do objeto, o professor em sala de aula representa o mundo e somente o professor pode produzir um novo conhecimento ao aluno.

Como nesta pedagogia o aluno aprende apenas se o professor ensinar, os alunos têm pensamentos controlados. Cabe aos alunos apropriarem-se do conhecimento e à escola preparar a moral dos alunos, conduzindo-os a valores sociais e verdades absolutas. O aluno torna-se nesta pedagogia nada mais do que um receptor, instaura-se a mecânica repetitiva e receptiva.

O modelo epistemológico da pedagogia diretiva tem características como o empirismo. Neste modelo o sujeito é o elemento conhecedor atuando como centro do conhecimento. O objeto (O) é o que o sujeito (S) não é (S<-O). O modelo pedagógico da pedagogia diretiva atua como o professor (P) sendo o representante do meio social, determinando o aluno (A) que é tábula rasa frente a um novo conteúdo (A<-P). Neste tipo de modelo o professor jamais aprenderá, bem como o aluno jamais ensinará.

Pedagogia Não-Direcional: durante décadas, autores como [Jouvenet e Carvalho \(1985\)](#), [Becker \(1994\)](#) e [Valente \(2016\)](#), relatam que neste modelo os alunos são o centro de tudo, o professor não interfere em nada acreditando que os alunos por si só deverão aprender empiricamente o que deverá ser contemplado. Nesta pedagogia tem-se a inversão dos valores, em que o professor apenas observa e os alunos aprendem sozinhos, onde se confere a importância aos conhecimentos "a priori", os que independem da experiência ou da prática.

O modelo epistemológico desta pedagogia tem como característica o apriorismo. Neste caso, o meio físico ou social deve reduzir ao mínimo sua interferência e as fases de desenvolvimento são cronologicamente fixas (S->O). Enquanto neste modelo pedagógico o aluno, pelas suas condições prévias, determina a ação do professor (A->P). A

aprendizagem é vista como autossuficiente e o ensino é proibido de interferir.

A epistemologia deste tipo de pedagogia acredita que o ser humano nasce com um conhecimento programado em sua herança genética e que este conhecimento não deve ser descartado. A condição de ser apriorista recai em significar que o que é posto antes é condição do que vem depois, ou seja, o professor deve esperar pela ação do aluno na busca pelo conhecimento. Ele, professor, deve utilizar como ponto de partida o conhecimento empírico que o aluno detém.

Pedagogia Relacional: este é o modelo defendido por diversos autores com base em diversas experiências positivas (PINTO; SILVA; SILVA, 2011), (OLIVEIRA, 2018) e (SAMÁ; PORCIÚNCULA, 2017), pois nele o professor é um mediador de conhecimentos e não só ensina, mas aprende com os alunos, os alunos neste momento também atuam como conhecedores. Nesta pedagogia, acredita-se que o ensino deve compartilhar o conhecimento adquirido pelo aluno durante sua jornada e que o professor possa aprender, acredita-se ainda que ambos possam contribuir com o aprendizado.

Um exemplo dessa pedagogia seria o professor levar para a sala de aula um material pedagógico que desperte significado aos alunos e com isso os questione, explorando de forma sistemática diferentes aspectos problemáticos que o material aborda. Diante disso, os alunos representam o que elaboraram como resposta de diferentes formas.

Em linguagem epistemológica, para esta pedagogia, o professor tem o saber construído, sobretudo em uma determinada direção do saber. Neste modelo relacional o professor atua em uma epistemologia também relacional. Para o modelo pedagógico existe um compartilhamento de conhecimento onde (S<->O). Neste caso, professor e aluno aprendem juntos. Outrossim, seria possível representar o modelo epistemológico como (A<->P).

Como forma de sumarizar as informações contidas nesta seção apresenta-se a Tabela 1 com as informações das pedagogias e seus respectivos modelos pedagógicos e epistemológicos.

Tabela 1 – Modelos de pedagogia

Pedagogia	Modelo Epistemológico	Modelo Pedagógico	Base Ideológica
Diretiva	S <- O	A <- P	Empirismo
Não-Diretiva	S ->O	A ->P	Apriorismo
Relacional	S <->O	A <->P	Construtivismo

Com a Tabela 1 percebe-se que o empirismo é a base para a pedagogia diretiva, considerada tradicional, enquanto o apriorismo é base para a pedagogia não-diretiva, já que nesta pedagogia o professor deve esperar pelo aluno para então atuar. Então, o construtivismo é a base para a pedagogia relacional onde professor e aluno têm papéis de aprender e ensinar. A subseção a seguir traz os conceitos sobre as arquiteturas pedagógicas.

2.5 Arquiteturas Pedagógicas

Diversas teorias educacionais comprovaram que a aprendizagem é um processo construtivo, em que ensinar através da solução de problemas é fundamental para desenvolver um processo reflexivo no aluno. Durante a reflexão, os professores aplicam estratégias eficazes de aprendizagem ao problematizar seus próprios objetos de interesse. Sendo a reflexão uma característica importante para a formação do aluno que deve ter a propriedade de problematizar a realidade, além de resolver os problemas colocados pela prática (FURTADO et al., 2000).

As APs são definidas como estruturas de aprendizagem realizadas a partir de confluência de componentes como abordagem pedagógica, software educacional, internet, inteligência artificial, educação à distância, concepção de tempo e espaço. Estas arquiteturas estão atreladas a pensar a aprendizagem como um trabalho artesanal, construído na vivência de experiências e na demanda de ação, interação e meta-reflexão do sujeito sobre os fatos, objetos e ambientes socioecológicos (KERCKHOVE, 2003).

APs são abordagens que buscam propostas pedagógicas em sintonia com as possibilidades oferecidas pela tecnologia. Ou seja, pode-se olhar para a proposta pedagógica concebida independente de elementos tecnológicos para então tentar inserir a tecnologia. Os pressupostos das APs compreendem pedagogias abertas capazes de acolher didáticas flexíveis, maleáveis, adaptáveis a diferentes enfoques temáticos e alteram-se as perspectivas de tempo e espaço para a aprendizagem.

Estas encontram sustentação na articulação de uma concepção construtivista de aprendizagem e com a pedagogia da pergunta baseado em Freire (1999). Dessa articulação são sintetizados os seguintes princípios: a) educar para a busca de soluções de problemas reais; b) educar para transformar informações em conhecimentos; c) educar para a autoria, a expressão e a interlocução; d) educar para a investigação; e f) educar para a autonomia e a cooperação. Nesse contexto, as arquiteturas pressupõem que para compreender é preciso criar os instrumentos cognitivos para tal. Essa construção é estimulada quando o sujeito encontra um espaço de ação autônoma e de construção conjunta (CARVALHO; NEVADO; MENEZES, 2005).

Inserida em uma concepção de ecologia cognitiva, a tecnologia não é entendida como definidora das ações, tampouco considerada como um simples apoio. A tecnologia neste caso é um componente dos microecossistemas cognitivos que altera os contextos e as formas de interação. Porém, seus sentidos e suas formas de utilização são também afetados pelos outros componentes. Caso as tecnologias não sejam concebidas como um elemento articulado aos demais, a tecnologia poderá ser superestimada (imaginando-se que será suficiente oferecê-la para que as aprendizagens ocorram), ou então ser subestimada (considerando que tudo o que se faz com ela poderia ser feito sem ela) (ARAGÓN, 2016).

Na perspectiva das arquiteturas pedagógicas, a mediação não pode ser confundida

com as ações de ensino. Cabe à função de mediação articular, acolher e problematizar, provocando o diálogo e a pesquisa a partir da criação de situações que movimentem o campo de conhecimento atual dos participantes para que esse possa ser reconstruído. Desta forma, a perspectiva dos diálogos relacionam-se com a pedagogia da libertação relatada por Freire (2018) e os métodos ativos de Piaget. Estas APs se moldam aos ritmos impostos pelo sujeito que aprende, bem como desterritorializam o conhecimento da sala de aula e da escola como locus de aprendizagem exclusivo e propõem fontes diversas advindas da internet, dos textos, das comunidades locais e virtuais. Para conceber uma AP é necessário estabelecer os seus elementos baseados nas pedagogias, Menezes et al. (2013) relatam como os elementos devem ser contemplados:

Domínio do Conhecimento: é proposto pelo professor e/ou alunos, negociado conforme os requisitos do curso, os interesses do grupo de estudo, e em conjunto com os objetivos da arquitetura. Os requisitos disciplinares tendem a ser ampliados pelo diálogo, necessário entre diferentes áreas ou domínios para formar qualquer conhecimento.

Objetivos Educacionais: são definidos a partir de propostas curriculares que não se restringem a uma seleção de conteúdos, porém consideram o uso de pedagogias abertas capazes de acolher didáticas flexíveis, maleáveis e adaptáveis a diferentes enfoques temáticos. Os caminhos de aprendizagem juntamente com os objetivos podem ser construídos e reconstruídos pelo grupo durante o desenvolvimento de uma arquitetura, já que a flexibilidade é constitutiva da ideia de AP.

Conhecimento Prévio: serve para considerar na proposta da AP que o estudante sempre trará consigo algum conhecimento direta ou indiretamente ao que será trabalhado e, desta forma a AP possa oferecer oportunidades para que cada um possa utilizar este conhecimento no trabalho (durante a AP) de tal forma que ele possa ser ampliado, aprofundado e eventualmente refutado.

Dinâmica Interacionista-Problematizadora: será efetiva para produção individual e cooperativa de artefatos reais e/ou simbólicos de modo que apoie as explorações e reflexões sobre o domínio do conhecimento.

Mediações Pedagógicas Distribuídas: são ações específicas onde os participantes agem com a finalidade de ofertar oportunidades de outros refletirem sobre o processo de elaboração, buscando com isso oferecer oportunidades de desequilíbrios e reconstruções. Além do papel do professor, que deve ser contemplado desde o início, será possível prever, na arquitetura, que este poderá introduzir momentos nos quais os estudantes ajam como mediadores. Como por exemplo, agindo como revisores de produções dos seus colegas.

Avaliação Processual e Cooperativa das Aprendizagens: tendo em vista a natureza da pedagogia ativa, que resulta em artefatos (reais ou simbólicos), que vão sendo registrados durante o processo, a avaliação deve ocorrer em torno destes e preferencialmente gerando novos produtos, neste caso, resultante da avaliação. A avaliação é em si o suporte para momentos importantes sobre a construção de conhecimento e por isso deve

ser produzido não apenas pelo professor, mas também com a participação dos estudantes.

Suporte Tecnológico: é o desenvolvimento de uma atividade que não necessariamente aconteça em um tempo corrido dentro de um espaço único, por exemplo, a sala de aula, com todos os participantes presentes em momentos síncronos. Ou seja, poderá ocorrer uma atividade à distância e mediada por um ambiente tecnológico. Dessa forma, já deve ser considerada a existência de um ambiente para registro das produções, acessíveis a qualquer instante e de qualquer lugar, tanto pelos professores quanto pelos demais participantes.

As APs exigem um trabalho interdisciplinar composto pelas áreas de educação, computação e *webdesign*, dentro de um "design educativo". No entanto, isso corresponde ao plano de disciplinas em forma de hipertexto e às ferramentas de comunicação e avaliação, não considerando os ambientes virtuais de aprendizagem como outra parte da arquitetura. Neste caso, compreende-se que possa ser utilizado quaisquer ambientes de aprendizagem disponíveis. Então, a AP é de fato a construção do curso e as intervenções nele ao longo de sua realização (SCHNEIDER, 2007).

Para elaborar um projeto arquitetônico como o de uma AP é necessário criar espaços que facilitem a aprendizagem e lidar com conteúdos diversificados mínimos que mudam com a evolução da sociedade. Logo, faz-se necessário compreender como as pessoas aprendem ou como a prática pedagógica atua, possibilitando a aprendizagem, criando espaços apropriados para facilitar as atividades dos docentes, discentes e até mesmo da administração (KOWALTOWSKI, 2011). A seção a seguir é referente aos trabalhos relacionados deste trabalho.

2.6 Trabalhos Relacionados

Existem diversos trabalhos como os de Chagas, Oliveira e Tavares (2016), Alencar e Netto (2017), Marques et al. (2016) e outros relatando que as APs e seus STs são relevantes para o ensino de computação. Na literatura foram encontrados trabalhos relacionados à ferramentas de apoio à aprendizagem de computação e à arquiteturas pedagógicas utilizadas para o ensino de computação. Nesse contexto, os trabalhos relacionados a esta pesquisa estão atrelados aos conceitos de Arquiteturas Pedagógicas durante o ensino de computação, ferramentas de suporte ao ensino de modelagem de software e aos conceitos sobre o ensino de engenharia de software e às dificuldades de aprender UML.

No trabalho de Marques et al. (2016) por exemplo, foi desenvolvida uma pesquisa visando contribuir com oportunidades de promover a aprendizagem de programação, baseadas em diferentes soluções e a partir da interação e colaboração entre os alunos, no trabalho, os autores apresentam a concepção de um ambiente, baseado em APs, chamado Ambiente de Aprendizagem de Programação. Na pesquisa os autores buscaram contribuições que impactam diretamente na aprendizagem de programação, processos de

aprendizagem e educação.

Já o trabalho de [Santo e Menezes \(2016\)](#) teve como foco o novo cenário oferecido pelas tecnologias digitais que favorecem a realização de atividades à distância e à adoção de práticas pedagógicas ativas, dentro do paradigma cooperativo. De forma geral, o trabalho teve como objetivo apresentar o Construtor de Aventuras Pedagógicas Digitais (CAPeD), um Ambiente na Internet em fase final de implementação, na forma de um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), para que professores e alunos do ensino fundamental e médio, e outros interessados que não saibam programar, possam construir e participar de jogos digitais do tipo aventuras pedagógicas.

No trabalho de [Portela, Vasconcelos e Oliveira \(2017\)](#) apresenta-se um modelo iterativo baseado nas principais abordagens focadas no aluno que são aplicadas no ensino de Engenharia de Software. Os autores avaliaram o modelo através de um painel de especialistas onde eles consideraram o modelo completo e consistente. A partir do uso deste modelo, espera-se que os alunos desenvolvam competências técnicas em Engenharia de Software no âmbito de aplicações que não são adotadas nos contextos tradicionais de ensino.

O trabalho de [Bahia e Gadelha \(2018\)](#) realizou uma investigação acerca do uso de Teoria da Aprendizagem Experiencial na modelagem de sistemas com UML. Os autores utilizaram a metodologia de *Design Science Research* (DSR) que se baseia na construção de artefatos. Assim, desenvolveram o *framework CD2Sys* para geração de sistemas web a partir de diagramas de classes. Desta forma, os alunos conseguiam verificar na prática se os seus modelos UML gerariam o sistema proposto. A avaliação da ferramenta ocorreu por meio de um estudo experimental na disciplina de Análise e Projetos de Sistemas do curso de Engenharia de Software.

Outros trabalhos com viés relacionados ao ensino de de modelagem UML são os de [Silva, Steinmacher e Conte \(2017a\)](#) e o de [Costa et al. \(2019a\)](#). Nestes foram desenvolvidos jogos para auxiliar o ensino de diagramas de atividades, a saber: (i) *ActGame (Activity Diagram Game)* e (ii) *Activities in Space*. Estes jogos buscam auxiliar o ensino de diagramas de atividades por meio de uma maneira alternativa para tornar o ensino de engenharia de software mais efetivo. Os dois artefatos foram avaliados em contextos de ensino de Engenharia de Software e os resultados indicaram que os jogos influenciaram positivamente a motivação, a experiência do usuário e a aprendizagem dos alunos.

Na literatura, encontrou-se a condução de um mapeamento sistemático com objetivo de analisar publicações científicas como propósito de caracterizá-las em relação à dificuldades relacionadas aos diagramas da UML, do ponto de vista dos pesquisadores no contexto de diagramas da UML utilizados no desenvolvimento de software. Para esta pesquisa de mestrado é importante notar que foram identificadas dificuldades durante o processo de aprendizagem em quase todos os diagramas da UML. Além disso, o autor do mapeamento notou uma grande quantidade de tecnologias que estão sendo propos-

tas visando auxiliar o ensino destes diagramas, e grande parte dessas tecnologias que estão sendo propostas são validadas experimentalmente com estudantes de graduação e pós-graduação, em sua grande maioria (SILVA; STEINMACHER; CONTE, 2017b).

Outro mapeamento sistemático importante para a fundamentação deste trabalho encontrado na literatura foi o de Garousi et al., (GAROUSI et al., 2019) onde é apresentada uma revisão sistemática da literatura para obter uma meta-análise para agregar os resultados dos estudos publicados na área de ensino de Engenharia de Software, fornecendo uma visão consolidada sobre como alinhar a educação com as necessidades da indústria, para identificar as habilidades mais importantes e também as lacunas de conhecimento existentes. Como metodologia, sintetizou-se o corpo de conhecimento, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (SLR), em que selecionamos sistematicamente um conjunto de 35 estudos e, em seguida, conduzimos uma meta-análise usando dados extraídos desses estudos.

Tendo em vista os aspectos observados, existem diversas formas de abordar APs para auxiliar o ensino de computação com diferentes suportes computacionais. Neste trabalho, o foco é apresentar uma arquitetura que possa implicar em mudanças positivas durante ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas, utilizando além dos elementos o ST de RP como facilitador. A partir da análise dos trabalhos relacionados citados, percebe-se uma preocupação em relação ao aprendizado de modelagem de sistemas e de conceitos relacionados às arquiteturas pedagógicas em computação e Engenharia de Software. Os trabalhos apresentam estudos e algumas soluções para promover o ensino por meio de arquiteturas pedagógicas durante o desenvolvimento de software, onde equipes de desenvolvimento colaboram na construção de uma solução computacional para um problema. Nesse sentido, esta pesquisa apresenta uma arquitetura pedagógica para proporcionar a colaboração por meio da técnica Revisão por Pares, podendo ser utilizada em contexto presencial ou remoto por meio da ferramenta Model2Review. A escolha pela Revisão por Pares se deu por auxiliar o desenvolvimento nos alunos de aspectos importantes, conhecidos como *soft skills*, requeridos aos engenheiros de software como pensamento crítico, habilidade de revisão do trabalho de outra pessoa e comunicação.

2.7 Considerações Finais

Neste capítulo, foram apresentadas as definições sobre Modelagem de Sistemas com UML. Também foram descritos alguns Modelos Pedagógicos e Epistemológicos para a condução desta pesquisa. No contexto de Aprendizagem Colaborativa, foi possível elencar as definições de RP, sabendo quais os procedimentos necessários para aplicá-la e como a mudança de alguns desses procedimentos pode ser útil para a pesquisa.

Apresentou-se ainda as definições de AP, para sumarizar o que se espera dos elementos necessários para a construção de uma AP. Para finalizar, foram descritos alguns

trabalhos que estão relacionados com o trabalho proposto. Esses trabalhos discutiam os principais problemas e dificuldades sobre o ensino de modelagem de sistemas e o uso de APs para o ensino de computação. O próximo capítulo descreve a pesquisa exploratória e os resultados encontrados na condução da primeira etapa desta pesquisa.

3 Pesquisa Exploratória

Neste capítulo, apresentam-se os estudos acerca do planejamento em relação à melhoria e à ação em implantar a melhoria, condizentes com o método utilizado. O planejamento ocorreu desde a definição do problema, revisão da literatura, verificando as técnicas de Aprendizagem Colaborativa até definir-se a Revisão por Pares por ser reconhecidamente utilizada para aprimorar as habilidades de trabalho em grupo, como crítica e autocrítica nos alunos, utilizando-a e obtendo *feedback* acerca da sua utilização no contexto de modelagem de software por meio de questionário. A fase de agir para implantar a melhoria baseia-se nos resultados do estudo de caso contido nesta pesquisa exploratória, onde reúnem-se os requisitos para a RP-UML e a ferramenta Model2Review por meio de observação, análise de sistemas correlatos e da utilização das técnicas de elicitação de requisitos como *brainstorm* e entrevista com os alunos do estudo de caso.

Assim, este capítulo contém a avaliação diagnóstica sobre o problema, de modo a situar a pesquisa acerca do problema de aprendizado de modelagem de sistemas e dos modelos pedagógicos e epistemológicos dispostos na literatura. Ainda nesta seção apresenta-se o relato do estudo de caso, que teve como objetivo verificar se a técnica de Revisão por Pares (RP) era satisfatória durante o aprendizado de diagramas UML. É importante ressaltar que a RP aplicada neste estudo trata-se de uma estratégia pedagógica, na qual alunos interagem entre si e o professor atua como mediador do conhecimento. O protocolo da pesquisa exploratória consta na Figura 8 que descreve os tipos de estudos utilizados e os resultados esperados.

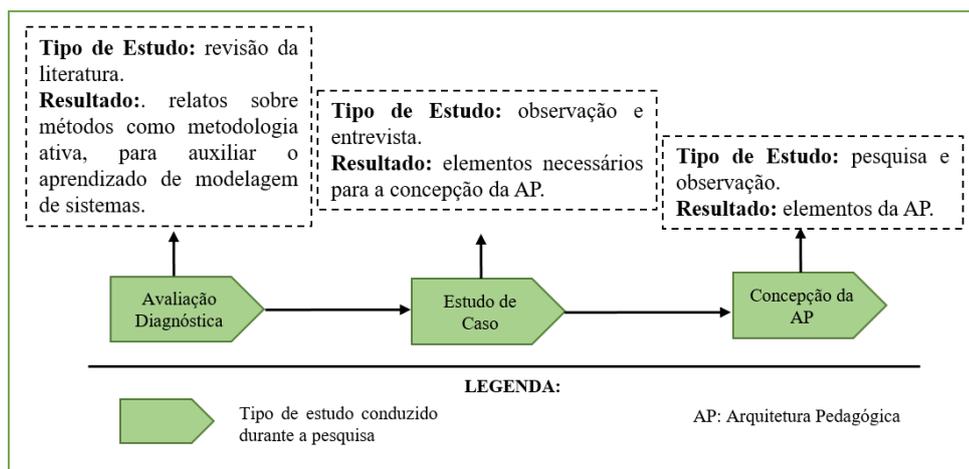


Figura 8 – Protocolo da Pesquisa Exploratória

3.1 Avaliação Diagnóstica

Durante a avaliação diagnóstica foi realizada uma análise sobre a fundamentação teórica apresentada no Capítulo 2 deste trabalho. As dificuldades durante ensino-aprendizado de modelagem de sistemas apontam a existência de diferentes tipos de erros durante o processo, ao longo dos anos, como: relação, identificação, abstração, dependência, interpretação, confusão, redundância, inconsistência, abstração e omissão (POW-SANG, 2003).

Sien (2011) identificou fatos de que os alunos tinham dificuldades em reconhecer os conceitos relacionados com o problema de domínio, os quais a maioria não conseguiu produzir diagramas de classes com todas as classes esperadas ou colocavam nomes das classes inapropriados ou as associações estavam inadequadas ou ausentes, e ainda não compreendiam as relações entre as várias estruturas e diagramas UML, pois dentro do estudo, eles foram incapazes de conectar adequadamente diagramas de classe e sequência. Portanto, evidenciou-se que os alunos de graduação têm alguns problemas com a abstração de conceitos para representar através da modelagem.

Já Leung e Bolloju (2005) conseguiu identificar os erros mais frequentes em diagramas de classes (por meio de um software para detecção de erros): sintáticos, semânticos, pragmáticos (compreensões). Na maioria das vezes, encontra-se erros de: cardinalidade, redundâncias de atributos, falta de operações ou hierarquias. Seu trabalho apresenta uma contribuição significativa para o ensino de análise de sistemas ou para profissionais na área, haja vista que a análise dos erros cometidos frequentemente pode servir de base para o aprendizado de modelagem de sistemas.

Dentre a importância de aprender UML foram encontrados aspectos como: (i) o tempo investido durante a elaboração de um diagrama é importante para a condução do processo de aprendizagem (TELES, 2017), (LAITENBERGER et al., 2000); e (ii) a boa modelagem é primordial para a averiguação de necessidades ou resolução de defeitos na fase inicial do desenvolvimento de software (KALINOWSKI, 2008). Diante da averiguação das dificuldades e da importância de aprender a modelar sistemas, foram verificados quais os métodos utilizados atualmente para conduzir o aprendizado de modelagem de software.

No geral, existem três tipos de pedagogia, sendo a diretiva, a não-diretiva e a relacional ou construtivista (BECKER, 1994). A relacional é o modelo adotado para a elaboração da AP deste trabalho. Diferente da diretiva, na qual o professor é centro absoluto do conhecimento, a relacional permite que os alunos construam a cada dia a sua discência, ensinando novas habilidades aos seus colegas e ao professor. Com a pedagogia relacional o aluno aprende por meio de estabelecimentos de relações entre os conceitos pela realização de processos ativos. Este modelo é o mais indicado para se trabalhar em sala de aula, pois tem por objetivo a relação, a interatividade, a participação e o trabalho em conjunto. Defendida por diversos autores com base em diversas experiências

positivas como [Pinto, Silva e Silva \(2011\)](#) e [Oliveira \(2018\)](#). Nesta pedagogia acredita-se que professor e aluno possam contribuir com o aprendizado.

Para o modelo pedagógico em questão existe um compartilhamento de conhecimento entre professor (sujeito) e aluno (objeto). Com isso, seria possível representar o modelo epistemológico, como: "sujeito ora é objeto" e "objeto ora é sujeito". Dado o exposto, o construtivismo é a base para a pedagogia relacional onde professor e aluno têm papéis de aprender e ensinar.

3.2 Estudo de Caso

Um estudo de caso mostra funções explicativas, descritivas e exploratórias. A tendência central dos estudos de caso é que ele instancia as decisões e porque elas devem ser tomadas investigando um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de mundo real quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes ([YIN, 2015](#)). Assim, o objetivo desta etapa da metodologia foi verificar a aplicabilidade da RP durante o aprendizado de modelagem de sistemas. Neste contexto, as atividades que compõem o processo de realização deste estudo serão descritas nas subseções a seguir.

3.2.1 Planejamento do Estudo

Nesta etapa realizou-se a preparação dos materiais utilizados durante o estudo: termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), definição dos cenários e as instruções para o estudo. Para o TCLE foi definido que os alunos poderiam participar de mais de uma rodada de RP e que poderiam ser filmados e/ou gravados, mas que suas identidades não seriam reveladas.

Os cenários para realização das atividades de RP foram adaptados de um livro contido no referencial das disciplinas nas quais o estudo ocorreria. Seriam duas atividades de fácil execução para que fosse possível realizar a RP sem atrapalhar o cronograma da disciplina. Para instruir os alunos, foram previamente definidos os tempos para cada atividade, que tipo de diagrama eles teriam que conceber e como a revisão seria (com revisores anônimos ou conhecidos). Após as instruções serem definidas, foi preparada uma apresentação para instruir os alunos no dia das atividades em questão.

3.2.2 Execução do Estudo

O estudo foi realizado em duas turmas de ES, com e sem auxílio tecnológico (ferramenta que mediasse a RP). Então, ao final da pesquisa, por meio de questionários sobre a experiência dos alunos em relação à aplicação da técnica, considerou-se possível utilizá-la como base para a elaboração de um ST para atuar como um elemento da AP

apresentada neste estudo. Este estudo foi realizado em turmas de duas disciplinas do curso de Engenharia de Software na Universidade Federal do Amazonas, a saber: Fundamentos de Engenharia de Software (FES), ofertada a alunos do primeiro período, onde contou-se com a participação de 49 alunos, e; Engenharia de Requisitos e Análise de Sistemas (ERAS), que consiste em uma disciplina do quinto período e contou com a participação de 11 alunos. As duas disciplinas eram ministradas pelo mesmo professor.

Assim, para a condução da pesquisa, o professor explicou seus objetivos, bem como a dinâmica da técnica de RP. Em seguida, foi disponibilizado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que foi assinado por todos os participantes. Durante a aplicação da técnica, foram utilizados diagramas de casos de uso (UC) e diagramas de classes (DC) por representarem as visões mais comuns da UML, estática e comportamental. O UC, por exemplo, sendo de suma importância para compreender o problema em questão, é incorporado nas diversas metodologias de ensino existentes, como a visão funcional. Já a visão estrutural é obtida por meio do DC, que compreende um cenário mais próximo da implementação. Além do mais, estes dois diagramas são os mais comumente utilizados na indústria de software (SILVA et al., 2018).

No total, houve três aplicações da técnica RP neste estudo exploratório. A primeira com a participação das duas turmas, FES e ERAS, ocorreu em sala de aula e utilizou-se o diagrama de Casos de Uso. Na primeira aplicação, utilizou-se um *checklist* como *Peer Review Information* de modo a auxiliá-los durante a correção dos diagramas, já que os alunos não tinham experiência no desenvolvimento de Casos de Uso. A segunda aplicação ocorreu com auxílio de mediação tecnológica através do recurso “Laboratório de Avaliação” disponível no *Moodle*. Esta segunda aplicação ocorreu somente com a turma de ERAS. Para a terceira aplicação da técnica foi utilizado o diagrama de Classes. Esta técnica foi aplicada somente em sala de aula e somente na turma de ERAS. A turma de FES não participou desta rodada, pois a ementa da disciplina não cobria tal assunto. Neste terceiro momento não foi utilizado *checklist*. A Tabela 2 sumariza todas essas informações:

Tabela 2 – Revisão por Pares nas turmas de Engenharia de Software

Item	Fundamentos de Engenharia de Software	Engenharia de Requisitos e Análise de Sistemas
Quantidade de Alunos	49	11
Diagrama Utilizado	UC	UC e DC
Revisão por Pares	UC com <i>checklist</i>	UC com e sem <i>checklist</i> e DC sem <i>checklist</i>
Elicitação	<i>Brainstorm</i>	Entrevista
Mediação Tecnológica	Não	Sim (<i>Moodle</i>)

A subseção a seguir detalha como ocorreram as análises dos resultados deste Estudo de Caso.

3.2.3 Análise dos Resultados

Nesta subseção, foram analisadas as conduções das aplicações da RP em sala de aula e em ambiente real.

3.2.3.1 Análise em Sala de Aula

A análise em ambiente real ou análise em sala de aula foi realizada em duas turmas. Um dos pesquisadores explicou como a técnica funcionava a técnica, descrevendo-a e tirando dúvidas sobre seu funcionamento. Os alunos dispuseram de 15 minutos para elaborar o diagrama e 10 minutos para realizar a revisão no diagrama dos colegas. Então, os alunos dispuseram de mais 15 minutos para realizar as correções sugeridas. Apesar do nível dos alunos serem diferentes, o enunciado utilizado para a pesquisa foi o mesmo nas duas turmas. Tratava-se da elaboração de um diagrama de casos de uso de acordo com uma pequena descrição de um cenário.

Como na turma de FES os alunos não tinham conhecimento sobre diagramas da UML, decidiu-se que eles participassem apenas de uma das rodadas de RP. Os alunos da turma de ERAS participaram da RP em casos de uso em duas rodadas, na primeira utilizando um *checklist*, como *peer review information* e na segunda sem o *checklist* pois tinham conhecimento prévio necessário por já estarem no quinto período e familiarizados com o diagrama.

A figura 9 representa a primeira versão de um diagrama de casos de uso desenvolvido por um aluno para o problema suposto. Os alunos fizeram o diagrama em um papel comum e tiveram 15 minutos para participar desta etapa. Os alunos não assinaram como autores no diagrama para que fosse preservada a anonimidade durante a dinâmica. Assim, os alunos foram estimulados a desenvolver um diagrama de forma tradicional. O professor ministra a aula, sugere uma atividade e o aluno responde esta atividade desenvolvendo um modelo para cenário proposto com base nos conceitos abordados em sala de aula.

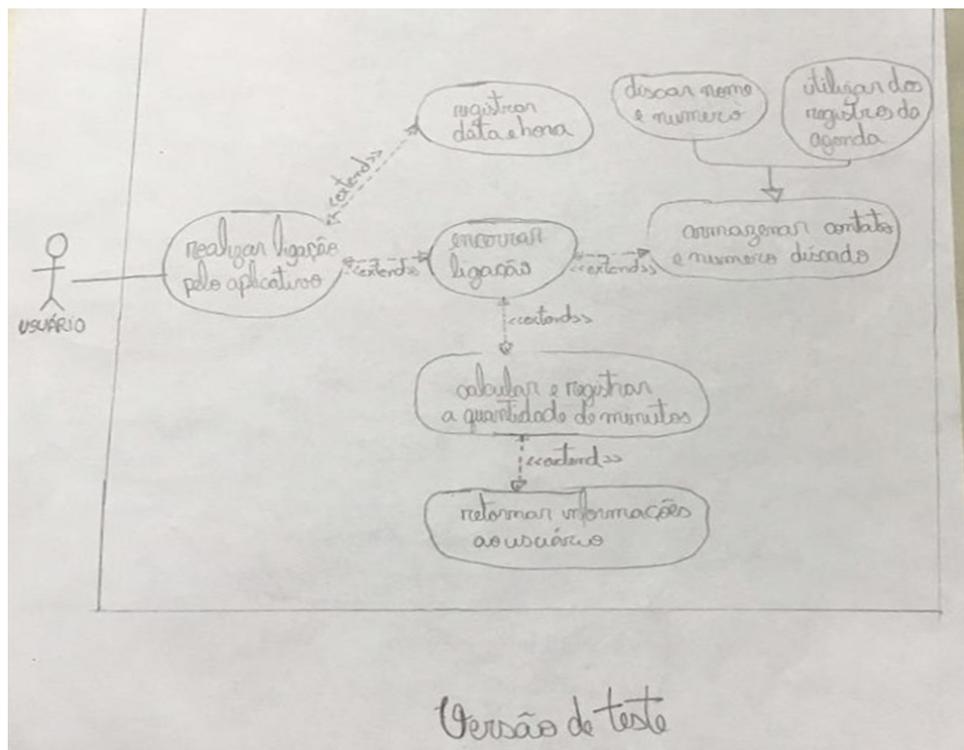


Figura 9 – Primeira versão do diagrama de caso de uso

A segunda etapa foi a de revisão dos diagramas. Para tanto, os pesquisadores distribuíram as atividades para os alunos de modo que eles não descobrissem de quem eram os diagramas que estavam revisando. Ou seja, nenhum aluno colocou o seu nome na atividade. Nesta etapa, foi entregue a eles um *checklist* para que eles preenchessem, utilizado para validação de casos de uso, mostrando os pontos de melhorias para o seu diagrama. Neste *checklist* o aluno poderia adicionar comentários também, sobre os aspectos do diagrama.

Desta forma, os alunos foram estimulados a pensar, afinal, atuaram de forma inversa à tradicional. Os alunos, ao serem revisores de seus colegas, passaram a colaborar para o aprendizado dos demais. Com isto, os alunos passaram por um estímulo de habilidades críticas, já que como revisores eram convidados a criticar o modelo dos outros. A Figura 10 representa um *checklist* preenchido por um aluno nesta etapa.

Checklist para avaliação de Casos de Uso

ITEM	N	QUESTÃO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Nome do ator	1	O nome do ator reflete o seu papel no sistema, evitando títulos de cargos, nomes de áreas ou atividades relacionadas com a estrutura da organização?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Como o usuário é chamado no sistema? Ex: "Administrador" ou "Usuário".
	2	O nome do Caso de Uso utiliza verbos seguidos de substantivo(s), podendo o substantivo ter adjetivo, e o verbo se encontra no modo infinitivo ou no modo indicativo em tempo presente, e utiliza a voz ativa ao invés da passiva? (Ex: "Imprimir atestado" e não "Impressão de atestado" ou "Atestado Impresso")	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alguns casos de uso representam funcionalidades do sistema.
Nome do caso de uso	3	O nome do Caso de Uso é de fácil compreensão e evita a utilização de verbos ou substantivos específicos de sistemas, de forma a tornar difícil a compreensão para o leitor, clientes e usuários?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4	O nome do Caso de Uso reflete funções de forma agrupada com um resultado de valor para o usuário, sem derivar-se em múltiplos casos de uso que poderiam ser agrupados.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	5	Os casos de uso evitam a utilização de especificação de múltiplos relatórios ou CRUD, havendo no máximo um caso de uso genérico para todos os cadastros? (Ex: "Gerenciar Cadastros", "Visualizar Relatórios") (Considerar 1 erro para cada caso de uso de cadastro para o mesmo ator e subtrair 1 da Qtd no Registro de Inspeção).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Relacionamento entre atores e casos de uso	6	Cada ator tem relacionamento com ao menos um caso de uso e é representado por uma linha sólida, podendo ou não ser seguida de uma seta aberta indicando a direção da invocação inicial do relacionamento?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	7	Se houver relacionamentos entre casos de uso e casos de uso, são um entre eles: Relacionamento de Inclusão: Representado por uma linha hifenizada, seguida de seta aberta apontando para o caso de uso incluído, sendo este o oposto do caso de uso base, com estereótipo que indique a inclusão <<include>>? Relacionamento de Extensão: Representado por uma linha hifenizada, seguida de uma seta aberta apontando para o caso de uso base, seguida de estereótipo que indique a extensão <<extend>>? Relacionamento de Generalização: Representado por uma linha sólida, seguida de uma seta fechada, sendo na origem o caso de uso especializado e no destino o caso de uso genérico?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	As linhas de extensão devem estar no sentido contrário com a seta.
Relacionamento entre casos de uso e casos de uso (se houver)	8	Se houver relacionamentos entre os casos de uso e se removidos todos os relacionamentos entre eles, isto é, os casos de uso incluídos, os de extensão e os de generalização, o propósito do modelo de caso de uso continua claro no diagrama?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	São necessários mais casos de uso.
	9	Cada Caso de Uso tem relacionamento com ao menos um ator (executando-se casos de uso incluídos, de extensão e generalização) e é representado por uma linha sólida, podendo ou não ser seguida de uma seta aberta indicando a direção da invocação inicial do relacionamento?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Relacionamento de inclusão (se houver)	10	Se houver caso de uso incluído, ele utilizado para dividir suas funcionalidades, portanto tem relacionamento de inclusão com mais de um caso de uso?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 10 – Checklist para validação do diagrama de caso de uso

Já a Figura 11 representa a versão final de um diagrama, correspondente à terceira etapa da Revisão por Pares, onde os alunos receberam seus diagramas de volta para que elaborassem a versão final, adaptando o seu diagrama de acordo com as melhorias supostas pelos colegas. Desta forma, os alunos foram estimulados a desenvolver a habilidade de autocrítica, já que para elaborar a versão final do seu diagrama, verificaram o *feedback* que os colegas emitiram enquanto revisores. Além disto, ao atuarem como revisores na etapa anterior da atividade, puderam rever seu diagrama com base nas falhas que encontraram no diagrama dos colegas.

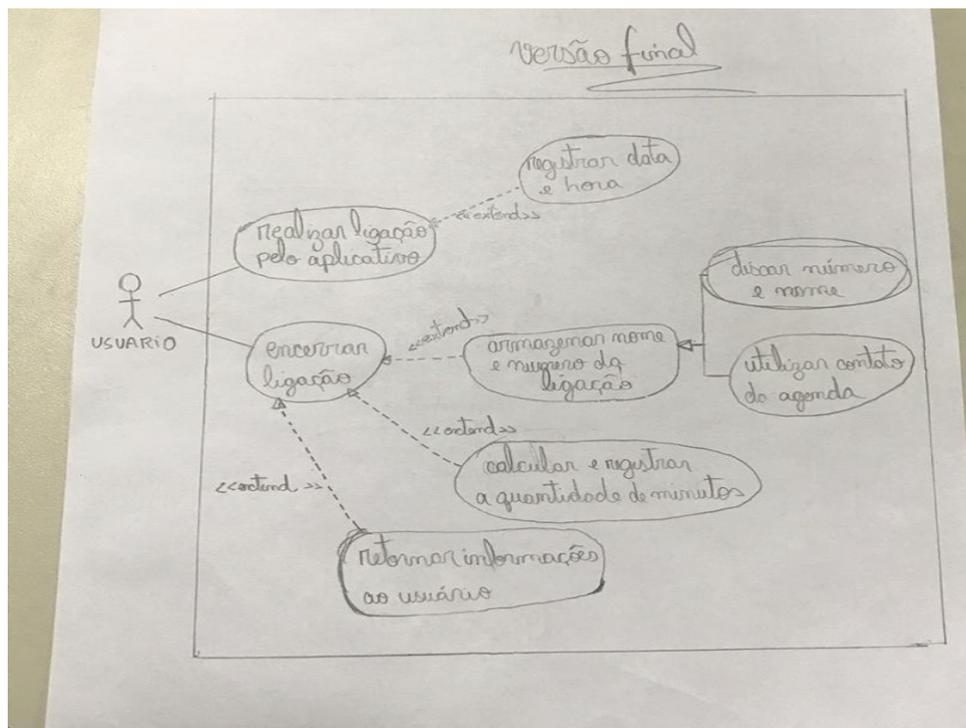


Figura 11 – Versão final do diagrama de caso de uso

Os passos de aplicação da técnica foram os mesmos tanto para UC quanto para DC. No entanto, o tempo para resolução foi maior para o diagramas de classes, pois o professor da disciplina o considerava mais trabalhoso. Após as rodadas de RP utilizando os diagramas de casos de uso, foi disponibilizado aos alunos um questionário online para a avaliação da qualidade da técnica de aprendizagem colaborativa em questão. Durante o questionário os alunos responderam sobre as suas experiências ao utilizar a técnica e suas percepções sobre a aprendizagem.

Os participantes avaliaram vinte itens sobre a aplicação da técnica de RP. O grau de concordância para mensuração dos dados utilizado foi o da escala de *Likert*, como nos trabalhos de [Petri, Wangenheim e Borgatto \(2017\)](#) e [Silva, Silva e França \(2017\)](#), sendo 1 para Discordo Totalmente e 5 para Concordo Totalmente. No questionário, as primeiras perguntas, de 1 a 8, diziam respeito à percepção da aprendizagem, já as perguntas seguintes, de 9 a 13, eram sobre aspectos colaborativos, as perguntas finais, de 14 a 20, eram referentes à facilidade e utilidade de uso da técnica. Os resultados são apresentados na Figura 12:

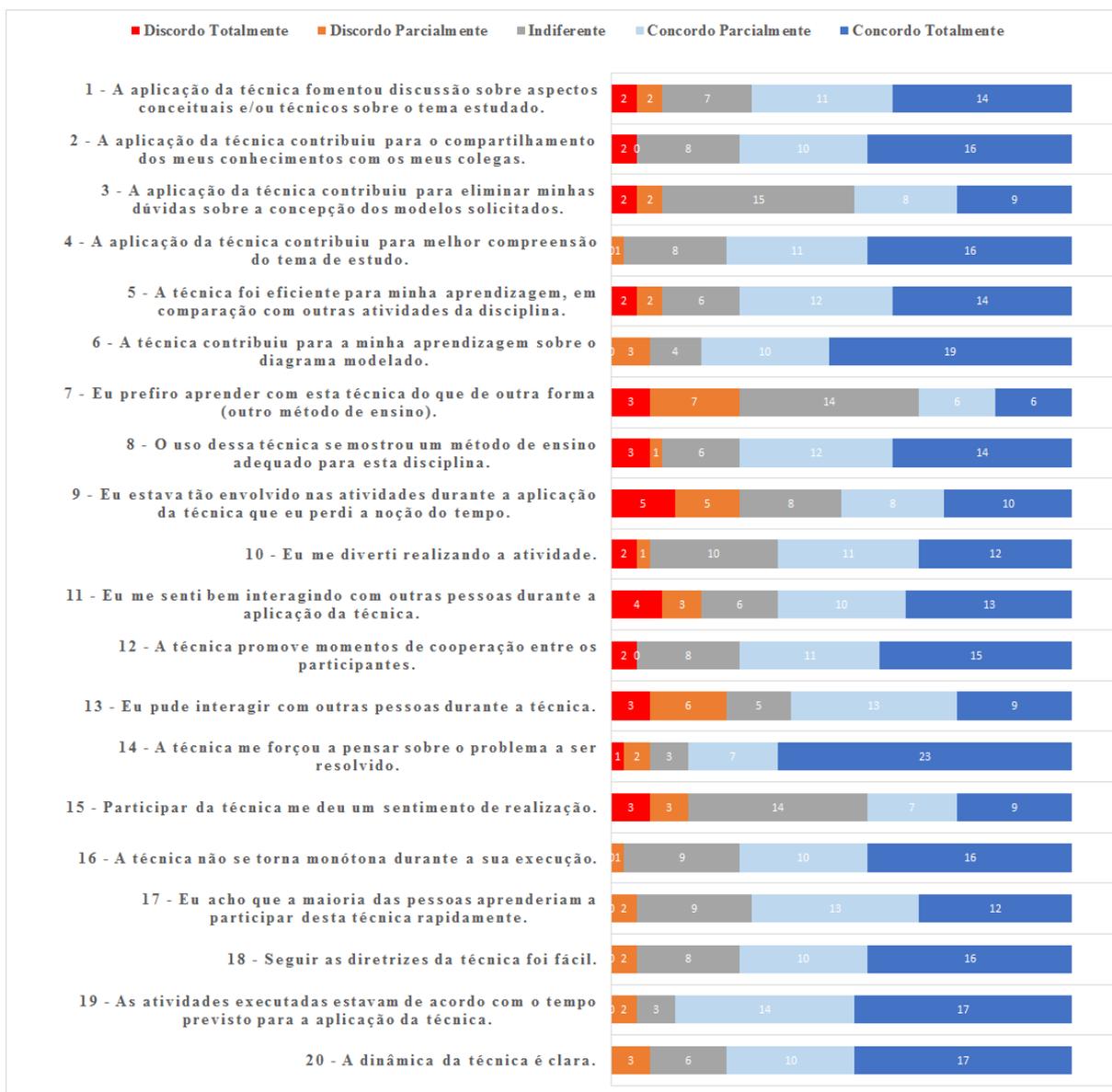


Figura 12 – Análise das respostas do questionário

Diante do gráfico apresentado na Figura 12 é possível perceber que a técnica forçou os alunos a pensar sobre o problema a ser resolvido e que contribuiu para a aprendizagem sobre os diagramas modelados. No entanto, poucos alunos responderam que a técnica eliminou suas dúvidas sobre a concepção dos modelos. Isto porque a técnica realmente não ensina os modelos, a técnica visa a colaboração dos alunos perante o aprendizado. A maioria dos alunos relatou que preferiria aprender com outra forma de ensino ao invés de utilizar a RP. Neste caso, pensa-se que os alunos ainda estejam acomodados diante dos métodos tradicionais de ensino sendo adeptos aos métodos de pedagogia diretiva, onde o professor atua como monopolizador da fala e o aluno apenas executa as ações, o professor dita e o aluno copia, o professor decide e o aluno aceita. E, principalmente, acredita-se

que o professor ensina e o aluno aprende (BECKER, 1994).

Tal caso, quando os alunos se deparam com uma técnica de colaboração como esta, tendem a ter dificuldades em se desvencilhar de sua zona de conforto. Entretanto, a maioria dos alunos relatou que seguir as diretrizes da técnica foi fácil, se divertiram durante sua utilização e o uso dela mostrou-se adequado para a utilização nesta disciplina. Com isso, a RP foi considerada como base para a concepção do ST da AP elaborada neste trabalho, já que possibilita aos alunos uma nova forma de desenvolver soluções e os auxilia a desenvolver as habilidades de trabalho em grupo como crítica e autocrítica.

3.2.3.2 Análise Utilizando o Moodle

Esta etapa da pesquisa exploratória verificou como o componente de RP do *Moodle* funcionava, obtendo ideias para construir o ST para a AP. As etapas de aplicação da técnica no *Moodle* foram as mesmas cumpridas na sala de aula. No entanto, apenas a turma de ERAS do quinto período participou. Os alunos deveriam submeter seus diagramas de casos de uso no *Moodle* e em seguida os alunos revisavam os diagramas da UML de seus colegas. Para esta etapa cada aluno deveria avaliar dois diagramas de outros dois colegas. E, por fim, adaptavam seus diagramas de acordo com as observações feitas pelos revisores. No total houve 13 submissões de diagramas. Com a aplicação da técnica foi possível observar algumas limitações existentes no componente atual que serviram de base para a elaboração do conjunto de requisitos do ST apresentado neste trabalho.

As limitações encontradas no *Moodle* foram: não retornar as anotações feitas pelos revisores aos pares; não poder fazer anotações no próprio diagrama; não poder colocar um *checklist* como *peer review information*; não poder colocar uma escala de “sim” e “não” e não se aplica para cada do *peer review information*; não poder enviar a versão corrigida como versão final; não permitir a anonimidade do autor do diagrama; não permitir a opção “não se aplica” para um item do *peer review information*, e; não permitir mais de uma rodada de revisão.

A Figura 13 apresenta a tela de configuração da atividade de RP. No geral, as fases da configuração da técnica no *Moodle* se dão em: (i) geral, onde se configura o nome e a descrição da atividade; (ii) configurações de nota, onde se configura a pontuação permitida a avaliação; (iii) configuração de envio, onde se configuram os métodos como número de anexos e instruções; (iv) configurações da avaliação, onde é possível definir se o autor irá avaliar-se, por exemplo; (v) *feedbacks*, que é o retorno ao autor; (vi) exemplos de envios, que serve para situar o autor de como poderá proceder com a atividade, e; (vi) disponibilidade, que define os prazos para cada fase da atividade definida.

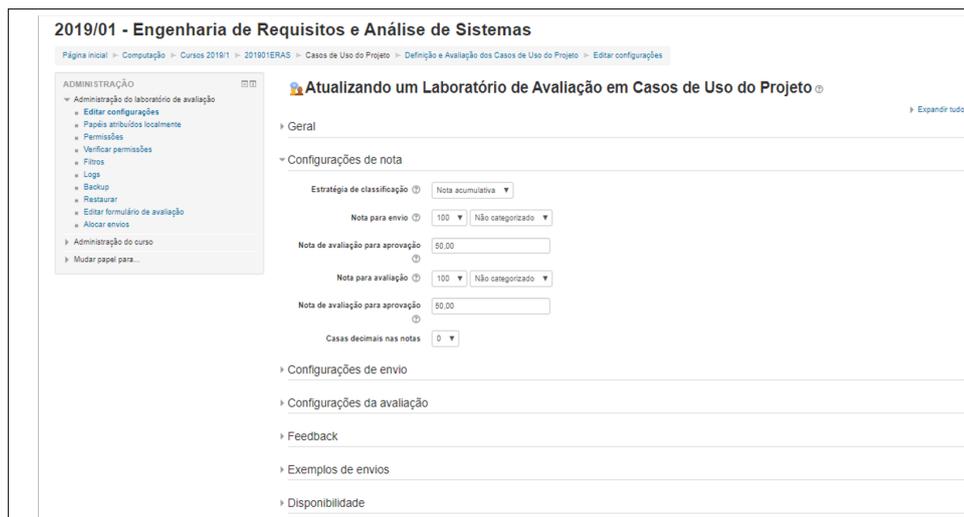


Figura 13 – Configurando a Revisão por Pares no Moodle

As limitações do Moodle em relação à aplicação da técnica de RP foram fatores preponderantes para a elicitación de requisitos. No capítulo a seguir são apresentados os elementos da AP deste trabalho.

3.3 Considerações Finais

Neste capítulo, foram descritos os estudos realizados e os resultados obtidos na primeira fase da pesquisa que envolveu a avaliação diagnóstica sobre o problema, com objetivo de identificar quais as maiores dificuldades dos alunos durante o aprendizado de modelagem de sistemas. Em seguida, um estudo de caso foi planejado e executado visando aplicar a técnica de RP em sala de aula e utilizando o Moodle para identificar quais as vantagens de utilizar a técnica e como poderia ser útil como ferramental para uma AP. Para isto, os alunos expuseram seus pontos de vista por meio de um questionário.

Desta forma, foi possível verificar o domínio de conhecimento específico para a arquitetura RP-UML e quais seriam os objetivos educacionais dela. Com a pesquisa exploratória foi possível também verificar quais os conhecimentos previamente esperados nos alunos, para que participem de disciplinas de modelagem de sistemas com UML nos cursos de Engenharia de Software. Além disto, tornou-se possível definir como a dinâmica de Revisão por Pares deve ocorrer neste contexto de modelagem de sistemas, verificando quem atuaria como mediador do conhecimento e como ocorreria a avaliação processual e cooperativa das aprendizagens. Desta forma, foi nesta fase da pesquisa que se pode mensurar a possível ferramenta que atuaria como suporte tecnológica para a RP-UML. O próximo capítulo descreve a AP elaborada neste trabalho, descreve seus elementos e o processo de concepção do ST.

4 Arquitetura Pedagógica: RP-UML

Neste capítulo apresenta-se o artefato concebido neste estudo, onde os requisitos oriundos do planejamento para implantar a melhoria na ação refletem nos elementos da RP-UML. Para tanto, contrapondo os métodos tradicionais de ensino, a AP elaborada neste trabalho baseia-se na pedagogia relacional e seu pressuposto epistemológico, tendo como objetivo um trabalho em conjunto, no qual a construção do conhecimento se dá por meio da reflexão. Para diversos autores como [Becker \(1994\)](#) o professor construirá, a cada dia, a sua docência, dinamizando seu processo de aprender e os alunos construirão, a cada dia, a sua discência, ensinando aos colegas e ao professor novas coisas. Diante disso, a evolução crítica de docentes e discentes imersos à pedagogia relacional neste trabalho está relacionada com a aplicação da RP. Esta técnica de aprendizagem colaborativa desperta nos alunos, como relatado no estudo de caso, a capacidade de crítica, fazendo com que pesquisem para sanar dúvidas para então atuar como avaliadores dos diagramas dos colegas.

O resultado desta sala de aula é a construção e a descoberta do novo como criação de uma atitude em busca de coragem. Assim tem-se aqui a superação dos dogmas impostos pelos modelos de pedagogia diretiva e não-relacional, pois os alunos e o professor desenvolvem o trabalho conjuntamente, com contínuas trocas de experiências. Esses conceitos vêm sendo discutidos há tempos tanto para aplicações em sala de aula quanto para a distância, como em [Gamboa \(2007\)](#), [Berger \(1992\)](#) e [Prete \(2002\)](#). Nesse contexto, apresenta-se na Figura 14 a simplificação das etapas de aplicação desta AP para uma turma de modelagem de sistemas:

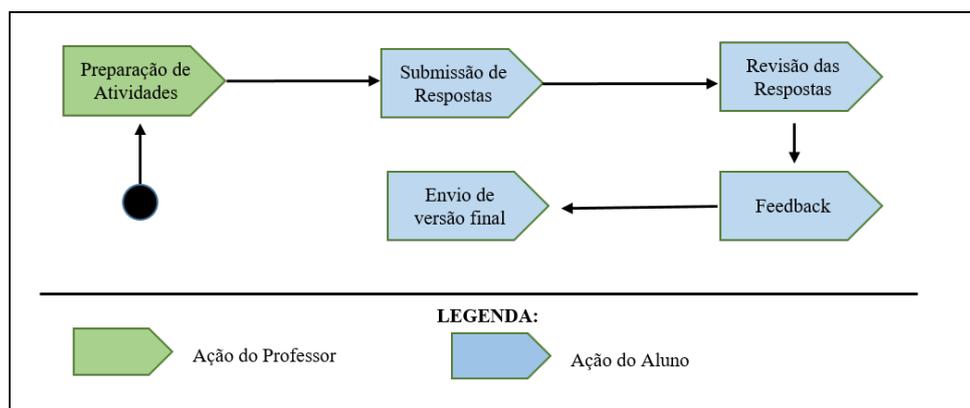


Figura 14 – Etapas da AP

Primeiramente o professor seleciona (prepara) as atividades sobre modelagem de sistemas e as lança no ST como atividade para a turma. Em seguida, os alunos submetem suas respostas para tais atividades. Então, os alunos revisam as atividades entre si. Com

o término do prazo para as revisões, os alunos recebem os *feedbacks* sobre seus diagramas. Por fim, cada aluno envia seu diagrama em versão final. O professor monitora todas as ações dos alunos.

Com a avaliação diagnóstica possibilitando a compreensão sobre as dificuldades dos alunos em relação ao aprendizado de modelagem de sistemas e o estudo de caso identificando as vantagens de utilizar a técnica de Revisão por Pares no ensino de modelagem foi possível definir os modelos pedagógicos que seriam utilizados como base para a Arquitetura Pedagógica. Durante o estudo, empregou-se a pedagogia relacional, com aspectos distintos da pedagogia diretiva. Com isso, foi possível verificar como o aprendizado seria conduzido diante desta abordagem diferente. As dificuldades dos alunos estão relacionadas a aspectos como dificuldades de abstração dos conceitos da linguagem. A Revisão por Pares estimula que o aluno atue pelo menos duas vezes em seu modelo, além de atuar como revisor no modelo de um colega. Ou seja, o aluno consegue passar por vários processos que auxiliam a memorização dos conceitos.

Além do mais, a Arquitetura Pedagógica com base na técnica de Revisão por Pares possibilita aos alunos o desenvolvimento das habilidades de crítica e autocrítica em relação às suas atividades. Com a arquitetura, os professores atuam como norteadores do conteúdo da disciplina, mas não mediadores. Os alunos, atuantes na revisão, é que atuam como mediadores do conhecimento, uma vez que estão revisando os diagramas dos colegas e externando seus pontos de vista, criticando os diagramas de seus colegas e aprendendo a autocriticar-se. Nesse contexto, as experiências citadas em outros trabalhos relacionados às dificuldades e ao resultado extraído no estudo de caso, foram pontos sumários para a definição dos elementos da Arquitetura Pedagógica apresentada neste trabalho.

4.1 Elementos da RP-UML

Com esses conceitos oriundos da avaliação diagnóstica e do estudo de caso, apresenta-se, os elementos da RP-UML estabelecidos para este trabalho. Os elementos desta AP foram situados em conceitos de autores como Jófli (2002), Berger (1992) e Menezes et al. (2013) e também nas experiências durante o estudo de caso, aplicando a RP em sala de aula, promovendo a aprendizagem colaborativa e cooperativa baseadas em epistemologia genética, já que o aluno ao criticar o outro, orienta o colega e o conhecimento é compartilhado entre os dois e quem está revisando também aprende (CAMARGO; BECKER, 2012). Assim, os conhecimentos ficam para os dois alunos. Diante disso, apresenta-se os objetivos de cada elemento, bem como os resultados esperados durante a aplicação da AP. Os elementos da AP estão descritos nas seções a seguir:

4.1.1 Domínio de Conhecimento

- O domínio do conhecimento é a modelagem de sistemas utilizando UML.

Este é o domínio do que será tratado na RP-UML. Modelar sistemas com UML, compreender conceitos de linguagem e modelagem no geral, compreender os diversos grupos e tipos de diagramas a serem modelados e qual a finalidade de cada um deles.

O problema tratado neste trabalho é relacionado à modelagem de sistemas. Ou seja, a investigação e a solução propostas nesta pesquisa são atreladas ao problema do aprendizado de modelagem de sistemas. Desta forma, ao definir o domínio do conhecimento para esta arquitetura, definiu-se como sendo modelagem conceitual de UML. Assim, a RP-UML almeja tratar o domínio de modelagem como um todo, abordando percepções sobre o desenvolvimento de modelos UML.

4.1.2 Objetivos Educacionais

- **São os de capacitar os alunos a modelar sistemas com UML, para que estes criem bons modelos durante o projeto de desenvolvimento de sistemas.**

Contudo, os professores devem conduzir a aprendizagem para auxiliar no desenvolvimento das habilidades críticas e autocríticas dos seus alunos durante a Revisão por Pares. Já os alunos devem ter capacidade de interesse por modelagem de sistemas além de saberem a importância de desenvolver suas habilidades de pesquisa para adquirir autonomia e originalidade em suas tarefas. No geral, os professores têm que ser capazes de mediar o conhecimento e que os alunos sejam capazes de aprender a criticar os modelos elaborados pelos seus colegas.

Em geral, em uma disciplina de modelagem de sistemas espera-se que os alunos ao fim do curso sejam capazes de desenvolver modelos para sistemas com UML. Desta forma, a Arquitetura Pedagógica tem como objetivo educacional definido desenvolver habilidades nos alunos de forma que eles consigam ser capazes de modelar sistemas com UML em projetos de desenvolvimento de software. Este objetivo refletirá seus resultados primeiramente na academia, de forma que os alunos consigam como base desenvolver bons modelos. E, ao serem contratados, como projetistas, sejam capazes de participar dos projetos de desenvolvimento de sistemas, produzindo bons modelos que auxiliem as empresas durante o processo de desenvolvimento de software.

4.1.3 Conhecimento Prévio

- **É necessário que os alunos possam utilizar conhecimentos fundamentais de ES oriundos do PDS e suas metodologias durante as dinâmicas. Já que muitos dos conceitos de modelagem de sistemas estão atrelados aos fundamentos de Engenharia de Software e podem ser utilizados nas dinâmicas.**

Para participar de uma disciplina de modelagem de sistemas o aluno precisa de conhecimentos prévios. Durante o estudo de caso, percebeu-se que, o aluno, para participar de uma disciplina de modelagem de sistemas deve conhecer alguns fundamentos de ES, para que iniba prejuízos de conhecimento, pois muitos conceitos, que devem ser abstraídos de disciplinas anteriores, são necessários para a compreensão dos conteúdos de modelagem. Para facilitar esta compreensão, define-se como conhecimento prévio da RP-UML, que os alunos tenham conhecimentos fundamentais de ES como os de PDS e suas metodologias. Estes conhecimentos de PDS geralmente são vistos desde as disciplinas contidas no primeiro período de alguns cursos de graduação em Engenharia de Software, como a disciplina de Fundamentos de Engenharia de Software.

4.1.4 Dinâmicas Interacionista-Problematizadoras

- **Deverá ser aplicada pelo menos uma rodada de Revisão por Pares. Esta rodada contará com um ou dois revisores para cada diagrama submetido, o(s) revisor(es) deverá(ão) contar com um formulário de avaliação (que poderá ser um *checklist* para validação do modelo ou um outro manual de avaliação para o modelo em questão) de modo que o(s) revisor(es) obtenha(m) experiência ou um norte sobre o diagrama a ser revisado. A dinâmica deverá preservar a anonimidade dos autores e revisores durante as rodadas de Revisão por Pares. Ou seja, o autor não deve saber quem revisará o seu diagrama e o revisor não deve saber de quem é o diagrama que está revisando.**

Para esta arquitetura espera-se a contemplação de uma dinâmica interacionista-problematizadora que auxilie na fixação de conceitos com o desenvolvimento das habilidades de crítica e autocrítica. Com isso, espera-se que o professor possa contemplar a técnica de Revisão por Pares durante a apresentação dos conteúdos de modelagem de sistemas. Para tanto, o professor poderá elaborar uma atividade de modelagem de sistemas para que os alunos façam a dinâmica. Desta forma, a colaboração entre os alunos poderá ser aplicada com os conceitos de modelagem. Além disto, a cooperação também estará relacionada com essas atividades, pois a partir da crítica o aluno gera conhecimento para o colega e para ele. Para esta dinâmica, o professor atribuirá uma atividade aos alunos, onde eles atuarão como autores dos diagramas, revisores dos diagramas dos colegas e posteriormente deverão submeter suas versões finais (como na Revisão por Pares). Mas, durante toda a dinâmica deverá ser preservada a anonimidade dos autores e revisores. Ou seja, um aluno não saberá de quem é o diagrama que estará revisando. Com isso, pretende-se preservar a imparcialidade enquanto revisores.

4.1.5 Mediações Pedagógicas Distribuídas

- **O revisor é quem realiza a mediação, pois no momento em que ele revisa, media o conhecimento, olhando os outros trabalhos, podendo apontar possíveis falhas nas atividades.**

Com a arquitetura elaborada neste trabalho, pretende-se que as mediações pedagógicas distribuídas ocorram por meio dos alunos enquanto atuantes na Revisão por Pares. Os alunos ao revisarem os diagramas dos colegas, expondo seu ponto de vista sobre o modelo, criticando e fornecendo um *feedback* para que os modelos sejam melhorados, passam a ser os mediadores dos conhecimentos. A mediação do conhecimento neste caso não está em ensinar, já que teoricamente todos estão no mesmo nível, porém, os alunos aprendem a pensar diferente, revendo seu raciocínio em relação ao ponto de vista do revisor.

4.1.6 Avaliação Processual e Cooperativa das Aprendizagens

- **Após a revisão, os alunos deverão enviar uma segunda versão da atividade. Espera-se que esta versão seja melhor do que a primeira submetida na atividade.**

A avaliação processual e cooperativa das aprendizagens nesta Arquitetura Pedagógica ocorre por meio dos modelos entregues durante a dinâmica de Revisão por Pares. Após a rodada de Revisão por Pares, espera-se que os alunos submetam na versão final uma resposta mais adequada do que a submetida na primeira versão. Desta forma, espera-se que seja possível mensurar a avaliação do processo e cooperatividade da aprendizagem.

4.1.7 Suporte Tecnológico

- **Ocorrerá por meio da ferramenta Model2Review elaborada neste trabalho. Esta ferramenta atuará como Suporte Tecnológico, já que permite a anonimidade de revisores e autores dos diagramas, a edição online dos diagramas, além de permitir mais de uma rodada de revisão e mais de um revisor por rodada e também permite que seja cadastrado um formulário de avaliação.**

Para [Menezes et al. \(2013\)](#) a mediação da arquitetura deve ser facilitada e o acesso aos resultados também pode ser de acesso restrito em determinados momentos, segundo a concepção pedagógica. Neste caso, a tecnologia digital deve ofertar suporte à automação de tarefas operacionais, cuja habilidade para a realização desse suporte não faça parte daquelas que se deseja fomentar a qualificação através de certa AP. Diante deste contexto, o próximo capítulo apresenta o ST elaborado como elemento da RP-UML.

Para atuar como suporte tecnológico da RP-UML, sugere-se a utilização da ferramenta Model2Review, desenvolvida para dar apoio à técnica de Revisão por Pares durante a atividade de modelagem de sistemas. Esta ferramenta permite que o professor demande uma dinâmica aos alunos para que eles façam uma atividade de modelagem de sistemas de casa, por exemplo. Com a ferramenta é possível que o professor defina se os revisores e autores serão anônimos ou não, bem como o número de rodadas e o número de revisores também. A ferramenta permite aos alunos participarem das rodadas de Revisão por Pares à distância.

4.2 Considerações Finais

Este capítulo apresentou sumariamente os elementos da RP-UML elaborada para este trabalho. Com a RP-UML espera-se auxiliar o ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com UML em turmas de Engenharia de Software. A elaboração dos elementos ocorreram com base nas análises oriundas da pesquisa exploratória. Nesse contexto, espera-se que a RP-UML seja um artefato utilizado, capacitando os alunos a desenvolverem modelos de UML para projetos de sistemas. Para tanto, é necessário que os alunos tenham conhecimento básico em Processo de Desenvolvimento de Software, para que não interfiram de forma inadequada durante a colaboração com os diagramas de seus colegas.

A dinâmica para a RP-UML é a Revisão por Pares, preservando o uso do *checklist* e a anonimidade dos autores. A anonimidade é importante para que não haja interferência dos alunos durante a atividade por conta de problemas extra-classes. O interessante desta arquitetura é que as mediações pedagógicas ocorrem por meio dos alunos ao atuarem como revisores das atividades. Isto é bom, pois segundo a pedagogia relacional, utilizada como base para elaborar a RP-UML, o professor deverá sair da mediação, passando a ser um condutor das atividades e os alunos é que passam a mediar o conhecimento. Desta forma, a RP-UML, por meio da Revisão por Pares, permite esta inversão entre mediadores, tornando ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com UML diferente.

A avaliação processual e cooperativa das aprendizagens durante a RP-UML ocorre por meio das entregas nas fases da Revisão por Pares. A participação em cada fase da atividade é valorizada. Mais importante que desenvolver um modelo totalmente correto de acordo com o cenário proposto é desenvolver um modelo em versão final melhor que o modelo desenvolvido em primeira versão. Além disto, revisar de forma coerente os diagramas dos colegas, preenchendo o *checklist* e assinalando pontos no diagrama, se necessário são pontos avaliativos durante a atividade.

Desta forma, a RP-UML é possibilitada para o contexto à distância por meio da ferramenta Model2Review. Para utilizar a RP-UML é preciso instanciar os elementos da arquitetura para seu contexto, definindo quais diagramas serão desenvolvidos na atividade, quantos revisores e definir os prazos para a turma. Desta forma, a mediação da Revisão

por Pares possibilitada pela ferramenta Model2Review é a utilização da RP-UML para o contexto de modelagem de sistemas. No entanto, a arquitetura não se restringe a este contexto, podendo ser mais abrangente em relação à computação. A RP-UML pode ser utilizada em revisões de modelos de banco de dados, códigos de programação e textos, desde que submetidos em forma de imagem durante a dinâmica.

5 Model2Review

Neste capítulo apresenta-se um subartefato deste estudo, onde os requisitos oriundos do planejamento para implantar a melhoria na ação refletem no desenvolvimento da ferramenta Model2Review. Para tanto, a concepção da ferramenta Model2Review foi baseada na pedagogia relacional, utilizada neste trabalho como norteadora para promover a colaboração durante o ensino-aprendizado de modelagem de sistemas. A concepção da ferramenta ocorreu a partir dos requisitos elicitados e da prototipação (COSTA et al., 2019c). O objetivo desta ferramenta é permitir a realização da técnica de Revisão por Pares no contexto de modelagem de sistemas, possibilitando uma nova forma de realizar atividades de modelagem. Por este motivo, a Model2Review foi desenvolvida com o intuito de atuar como Suporte Tecnológico para a RP-UML deste trabalho. Já que, uma atividade de modelagem de sistemas pode tornar-se colaborativa, inclusive em contexto de ensino remoto, se mediada pela ferramenta Model2Review. Estas atividades colaborativas contribuem durante ensino-aprendizagem, promovendo a interação entre pessoas, a discussão de temas e a troca de conhecimentos, podendo auxiliar o desenvolvimento de habilidades críticas e autocríticas que são inerentemente colaborativas, contidas na técnica de Revisão por Pares. Apesar do contexto deste estudo ser modelagem é possível ressaltar que a ferramenta Model2Review pode ser utilizada para outros contextos de computação, já que media a técnica e não é específica para apenas um contexto.

5.1 Concepção do Suporte Tecnológico

O ST é um dos elementos da RP-UML. Diferentemente de uma ferramenta educacional o ST para uma AP envolve muito mais conceitos, estes são discutidos no capítulo a seguir, enquanto neste será abordado apenas o processo de concepção do suporte em questão, como as técnicas de elicitação de requisitos utilizadas e como esta parte do estudo ocorreu.

5.1.1 Elicitação de Requisitos

Verificada a adequação da técnica de RP na aprendizagem de modelagem de software e, a partir da análise do recurso “Laboratório de Avaliação” disponibilizado no *Modle*, observou-se uma série de oportunidades para o desenvolvimento de uma ferramenta para suporte à técnica em aulas de modelagem de sistemas. Para tanto, fez-se necessária a aplicação de algumas técnicas de elicitação de requisitos como:

Brainstorm: foi realizado para coletar as ideias que os participantes do estudo de caso tiveram sobre os requisitos para uma ferramenta de apoio à aplicação da técnica. Os

participantes falavam em voz alta o que acreditavam ser requisitos e, ao fim da listagem, cada ponto foi discutido, verificando sua viabilidade e necessidade na ferramenta.

Entrevista: a entrevista ocorreu em forma de *Focus Group* para coletar a opinião dos alunos sobre a técnica de RP e a ferramenta do *Moodle*. Os alunos listavam as vantagens e desvantagens sobre a técnica e eram estimulados a comentar sobre elas enquanto eram filmados (com seus consentimentos) pelo moderador.

Prototipação: foi realizada para validar os requisitos elicitados e verificar como os requisitos ficariam distribuídos na ferramenta.

5.1.2 *Brainstorm* e Entrevista

Após a observação da técnica por meio da pesquisa exploratória, verificando sua viabilidade de aplicação em sala de aula e também as limitações do *plugin* do *Moodle*, foi realizado com a turma de FES um *brainstorm* e com a turma de ERAS uma entrevista em formato de *Focus Group*. As técnicas de entrevista em grupo mais comuns são a modalidade focal, de *brainstorm* ou chuva de ideias, a nominal e a de projeção (MINAYO; COSTA, 2018). Por esse motivo, o *brainstorm* foi utilizado como técnica de elicitação de requisitos nesta pesquisa.

No *brainstorm*, os pesquisadores perguntaram aos participantes quais os pontos positivos e negativos de terem utilizado a técnica. Após isso, foi perguntado que ideias eles teriam para construir um software para a técnica de aprendizagem colaborativa utilizada na disciplina. Os alunos foram bastante participativos, eles falavam o que acreditavam ser necessário e os itens eram anotados no quadro branco. Ao final, cada item foi discutido com a própria turma, verificando o que era ou não requisito para o sistema.

Já o *Focus Group* se constitui num tipo de entrevista com um pequeno número de pessoas. O termo focal assinala que se trata de um encontro para aprofundamento em algum tema (o foco), para o qual a lente do pesquisador está apontada (MINAYO; COSTA, 2018). Por se tratar de um número menor de alunos na turma de ERAS, optou-se por utilizar o *Focus Group* para elicitar os requisitos com eles. Após o consentimento, os alunos foram filmados por duas câmeras enquanto participavam da dinâmica. O quadro foi dividido em vantagens e desvantagens enquanto para cada aluno foi entregue um bloquinho de *post-its*. O moderador começou a dinâmica lembrando a técnica e perguntando o que haviam achado dela.

Em seguida, um tempo foi disponibilizado para que cada aluno anotasse as vantagens e desvantagens de ter utilizado a técnica. Ao terminar, os alunos liam em voz alta suas vantagens e desvantagens e colavam o *post-it* no quadro branco. Com isto, terminou a fase de elicitação dos requisitos para uma ferramenta de RP para aprendizagem colaborativa de diagramas UML. Na seção a seguir, são apresentados os resultados do processo de elicitação de requisitos, que remetem ao conjunto de requisitos para a ferramenta e uma prototipação concebida a partir do conjunto apresentado.

5.1.3 Requisitos

Os requisitos funcionais para um sistema que dê suporte a RP de diagramas UML, reunidos após a aplicação das técnicas de elicitación, são apresentados nesta seção. Esses requisitos contidos na Tabela 3 representam as necessidades das fases da aplicação da técnica durante o aprendizado de modelagem de sistemas. A Tabela 3 apresenta três colunas, a primeira representa o ID do requisito, a segunda representa os requisitos e a terceira representa a origem do requisito. A coluna origem, da tabela, foi usada para mostrar qual ou quais os processos de elicitación que resultou/resultaram no determinado requisito. Para facilitar a leitura da tabela foram usadas letras para representar as técnicas, conforme segue. PE: Pesquisa Exploratória, B: *Brainstorm*, E: Entrevista e ASC: Análise de Sistemas Correlatos.

Tabela 3 – Requisitos resultantes do processo de elicitación.

ID	REQUISITOS	ORIGEM
1	Possibilitar ao mediador que possa distribuir os trabalhos aos revisores	[ASC]
2	Possibilitar ao mediador o cadastro de um <i>peer review information</i>	[PE]
3	Possibilitar quantas rodadas de peer review sejam necessárias	[B, E]
4	Possibilitar ao mediador o cadastro ou não da anonimidade dos autores e revisores durante o processo de revisão	[PE, B, E, ASC]
5	Possibilitar ao mediador o cadastro de texto base sobre a atividade	[ASC]
6	Classificar o tipo do diagrama (casos de uso, classes, sequência e etc.)	[PE, ASC]
7	Possibilitar ao mediador o cadastro de instruções para o envio e avaliação	[PE, ASC]
8	Possibilitar ao mediador o cadastro de configuração de notas (para avaliação e aprovação)	[PE, ASC]
9	Possibilitar que o autor realize <i>upload</i> do arquivo para a revisão	[B]
10	Possibilitar ao autor a visualização do <i>feedback</i> dado pelo revisor	[B]
11	Possibilitar que o autor possa avaliar o revisor (por estrelas)	[B]
12	Possibilitar que o sistema possa distribuir os trabalhos aos revisores	[ASC]
13	Possibilitar que o revisor possa realizar a revisão de mais de um diagrama	[E]
14	Possibilitar que o revisor possa realizar o upload de um arquivo revisado	[B, E]
15	Possibilitar que o revisor possa escrever sim, não ou não se aplica para cada item do <i>peer review</i> caso esteja usando os <i>checklists</i>	[E, ASC]
16	Possibilitar comentário do revisor referente a cada item avaliado	[PE, E]
17	Possibilitar que o revisor envie questionamentos ao autor do diagrama	[E, ASC]
18	Cadastrar usuário (autor/revisor e mediador)	[B, E, ASC]
19	Possibilitar um sistema de ranking (melhor resposta)	[B]
20	Garantir a não-avaliação	[B, ASC]

Desta forma, permite-se que o autor faça *upload* do arquivo (diagrama) no sistema, a forma de distribuição dos trabalhos para revisão, o número de rodadas de revisão, o cadastro de *peer review information*, caso necessário, a anonimidade ou não dos revisores e autores, os autores recebam as críticas dos revisores bem como os autores façam *upload* do arquivo revisado. Com os requisitos já definidos é possível discutir para qual plataforma desenvolver a ferramenta e quais tecnologias utilizar durante o desenvolvimento. Pensando nisso, foi desenvolvido um protótipo de acordo com os requisitos elicitados. As fases de prototipação e implementação são apresentadas na seção a seguir.

5.1.4 Prototipação

Um dos problemas de abstração do software é a invisibilidade. Pois, existe uma grande distância entre o que se quer e um sistema que solucione os problemas propostos. Por esse motivo, a prototipação é fase essencial para a comunicação entre o que se deseja ter e o que se deve ter (RABELO et al., 2018). O uso de *Mockups* para aplicações web reduz a duração do ciclo de desenvolvimento e incorpora agilidade no fluxo de trabalho orientado pelo modelo, auxiliando na materialização da ideia do software (RIVERO et al., 2014). Após o *brainstorm* e a entrevista, um dos pesquisadores construiu um protótipo para o sistema e os outros dois pesquisadores validaram o mesmo.

Na Figura 15 é apresentada a tela de submissão do diagrama para RP, onde o aluno pode ver algumas definições sobre o envio, como instruções, exemplos e abaixo ele pode realizar o *upload* do seu arquivo que contém a imagem do diagrama. Após o *upload* do arquivo o autor pode salvar o seu diagrama e submetê-lo para a revisão. No menu é possível selecionar a fase em que a atividade se encontra, durante a aplicação, as fases são de submissão, revisão ou *feedback*. Além de ter o campo *Information* com o intuito de dar suporte a quem tiver dúvidas sobre como manipular o sistema.

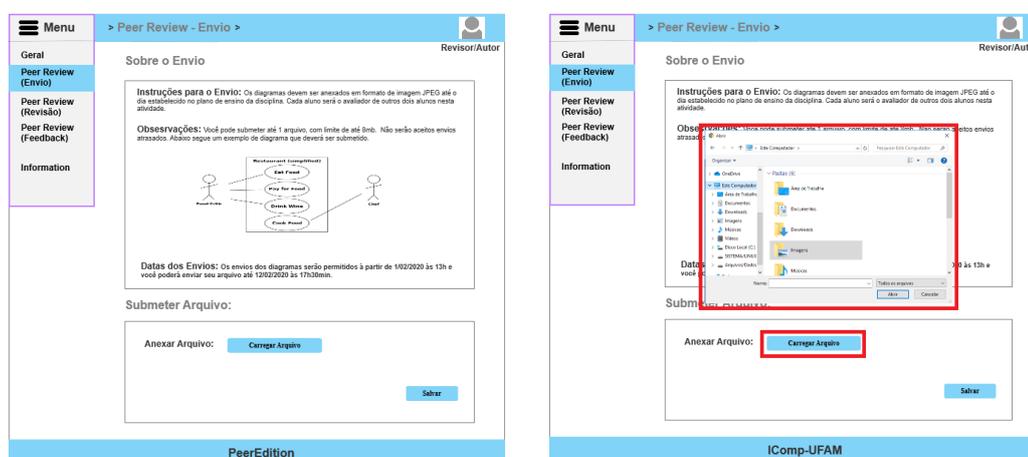


Figura 15 – Anexando arquivo para revisão

A Figura 16 apresenta a tela do revisor para que este possa visualizar informações sobre a atividade, como: verificar o *checklist* de avaliação, quais as escalas de notas deverão ser utilizadas (ex: 0 a 100, sim ou não) e submeter sua revisão.

Caso o revisor queira fazer uma observação no próprio diagrama para demonstrar um ator incorreto ou uma classe mal composta, poderá utilizar duas opções para submeter o diagrama com as anotações: (i) online, onde o revisor utilizará a própria ferramenta para "riscar" o diagrama e fazer observações, ou (ii) anexar, que se trata de um escape caso ocorra, algum problema como internet, assim, pode realizar o *download* do arquivo a revisar, editá-lo e depois submetê-lo sem ônus de tempo.

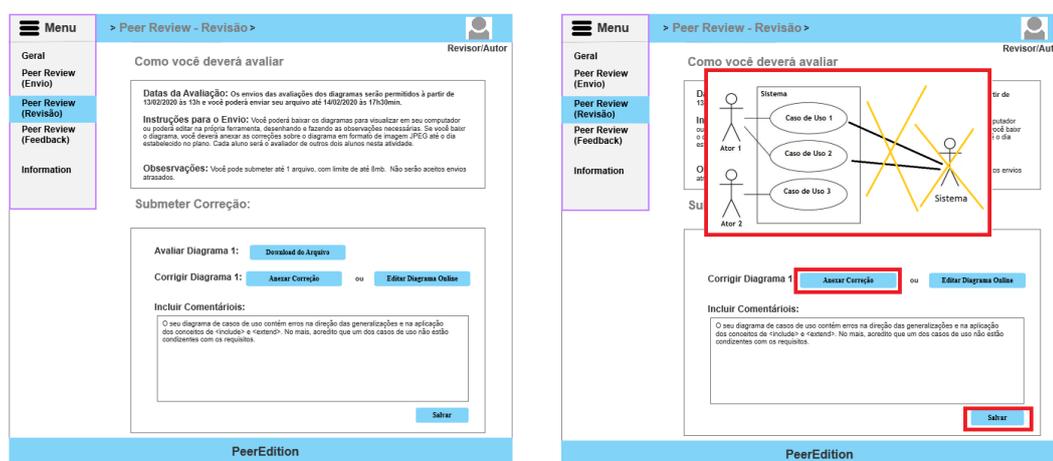


Figura 16 – Visão do revisor

Com o protótipo, foi possível verificar a visão geral do autor, do revisor e do mediador da revisão. Além de permitir a coleta de dados básicos para a construção da ferramenta, disseminando ideias de como distribuir as necessidades da técnica em uma ferramenta, sendo muito útil para validar os requisitos elicitados e saber como eles poderão ser dispostos no sistema.

5.2 Apresentação do Suporte Tecnológico

Com a possibilidade de estimular a interação entre os alunos de forma colaborativa, sem necessitar que estes estejam reunidos no mesmo ambiente físico, é uma das vantagens de se utilizar a ferramenta Model2Review. Com isso, a ferramenta pode ser útil para o ensino presencial, onde o professor pode atribuir uma atividade pela ferramenta para que os alunos façam de casa, sem a necessidade de usar o tempo de sua aula para a dinâmica, por exemplo. Além disto, a ferramenta é propícia para ser utilizada no contexto de ensino remoto. Isto torna-se ainda mais interessante diante da pandemia instaurada no mundo todo pelo novo coronavírus, pois com o distanciamento social imposto e as aulas sendo

possíveis somente em contexto remoto, realizar atividades que requerem a interação entre os alunos tornou-se um desafio.

A ferramenta Model2Review baseou-se na técnica de aprendizagem colaborativa da Revisão por Pares para promover a interação. A técnica consiste, geralmente, em quatro etapas, a saber: (i) alunos enviam uma resposta a uma atividade proposta pelo professor; (ii) a resposta é atribuída a outro aluno que faz uma revisão, apontando todos os pontos a serem melhorados pelo autor da resposta; (iii) o autor analisa o parecer da revisão pelo revisor; e, por fim, (iv) autores enviam uma nova versão da resposta à atividade proposta. Esta interação colaborativa é importante durante ensino-aprendizagem, pois os alunos podem desenvolver habilidades de trabalho em grupo, já que exercerão papéis de autores e revisores, interagindo durante a atividade (BARKLEY; CROSS; MAJOR, 2014).

Desta forma, a Model2Review possibilita que as etapas da Revisão por Pares sejam realizadas de forma completamente remota. Por meio da ferramenta, o professor solicita a atividade a ser realizada e configura todos os prazos para a realizações de todas as etapas requeridas pela técnica. Os alunos conseguem responder às atividades propostas, revisar as atividades atribuídas a eles pela ferramenta ou pelo próprio professor e submeter a versão final de suas respostas a uma atividade. Este fluxo é descrito na seção a seguir.

5.2.1 Fluxo do Professor

A atuação do professor na ferramenta será para controlar a interação dos alunos durante as atividades. Para tanto, ele pode cadastrar a turma, a atividade que ele solicitará aos alunos cadastrados na turma, o formulário de avaliação que os revisores utilizarão, além de poder acompanhar a interação entre os alunos, verificando se eles enviaram suas versões, revisaram e/ou entregaram a versão final. Após o professor cadastrar a turma os alunos poderão se associar a ela.

Para sumarizar o fluxo do professor, apresenta-se a Figura 17 que representa o fluxo geral do professor por meio de um diagrama de atividades, ao qual é permitido: (i) cadastrar-se na ferramenta Model2Review como usuário professor e realizar seu login; (ii) cadastrar uma turma para que os alunos possam se associar futuramente; (iii) cadastrar um formulário de avaliação e seus aspectos, que será utilizado durante a fase de revisão dos modelos UML; (iv) cadastrar uma atividade, definindo seus revisores e as datas para as submissões de cada etapa; e (v) acompanhar as entregas para avaliar a participação dos alunos.

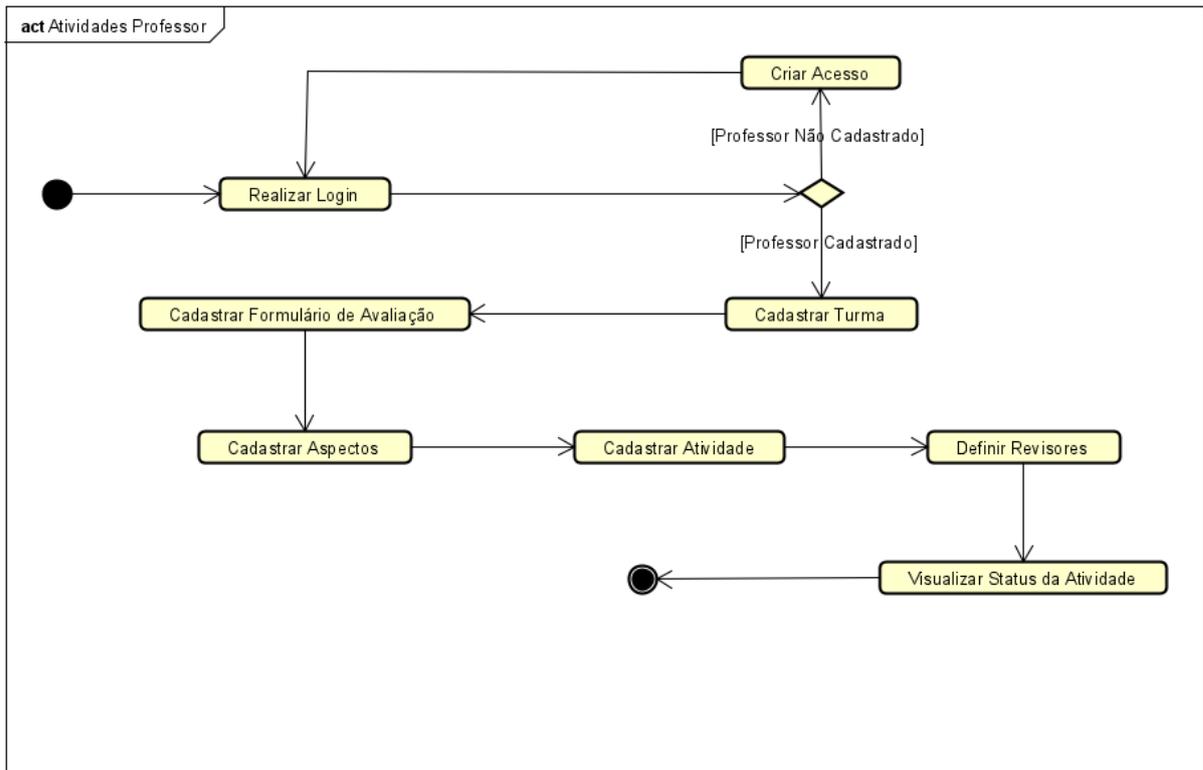


Figura 17 – Fluxo do professor

O professor deverá primeiramente se cadastrar na ferramenta Model2Review, declarando seu perfil como professor e fornecendo dados como sua matrícula e a Universidade ao qual é associado. Após isso, o professor poderá logar na ferramenta e deparar-se com a tela de Turmas, representada na Figura 18. Nesta tela, a ferramenta apresenta a lista de turmas que o professor criou. Com isto, ele pode verificar o nome e o período da turma cadastrada e também pode visualizar a turma, associar atividade à turma, bem como editar e excluir os dados desta turma. Além disto, é nesta tela que o professor tem a possibilidade de criar uma nova turma.

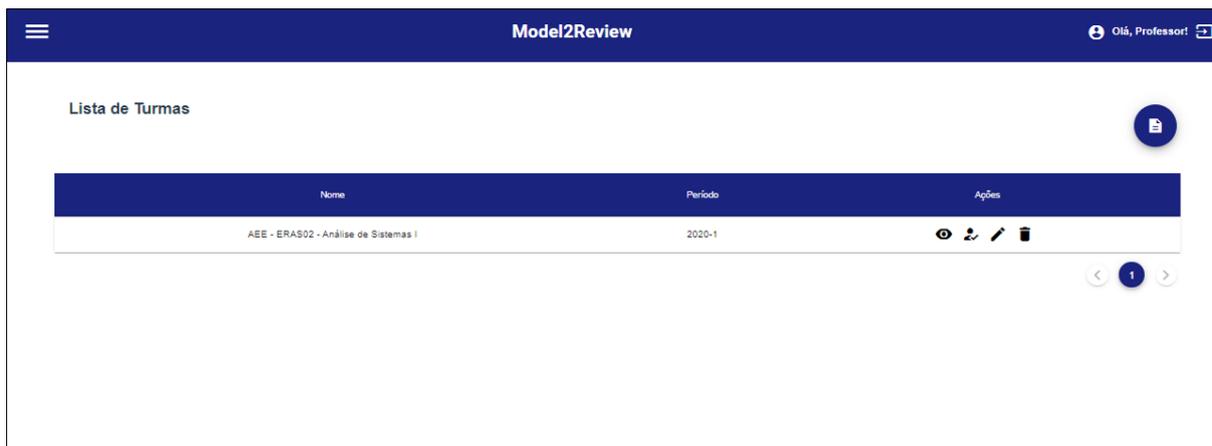


Figura 18 – Lista de turmas cadastradas - visualização do professor

Com isso, o professor poderá associar uma atividade à turma, mas para tanto, ele precisa cadastrar a atividade informando o nome, a descrição, as instruções para avaliação, o número de revisores, o número de rodadas, a identificação de revisores (se serão anônimos ou conhecidos), se o sistema deve definir automaticamente os revisores ou se isso deve ser feito pelo próprio professor, se os autores serão anônimos ou conhecidos, anexar o enunciado da atividade e associar um formulário de revisão para a atividade proposta para nortear os alunos durante esse processo conforme Figura 19.

Figura 19 – Tela de configuração de atividade - visualização do professor

Após cadastrar a atividade, o professor poderá verificá-la na Lista de Atividades, apresentada na Figura 20.

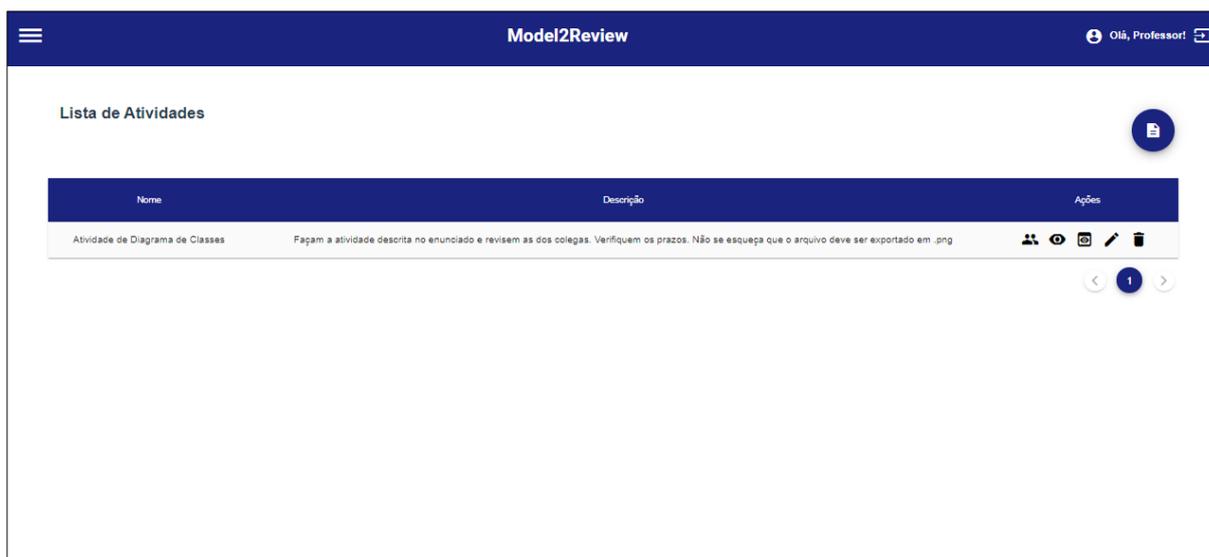


Figura 20 – Lista de atividades - visualização do professor

Para cadastrar a atividade na ferramenta é necessário que o professor associe um formulário de avaliação a esta atividade. O professor tem na ferramenta a disponibilização da lista de formulários que é similar a lista de turmas e atividades. Nesta lista o professor tem a opção de cadastrar um novo formulário de avaliação, bem como incluir seus aspectos, editar e excluir cada um deles. A Figura 21 mostra como é possível visualizar o formulário já cadastrado na ferramenta.



Figura 21 – Formulário de avaliação - visualização do professor

Uma vez que todos os recursos, como: turma, formulário de avaliação e atividade estejam devidamente configurados, torna-se possível a atuação do aluno na ferramenta,

para participar da atividade de Revisão por Pares.

5.2.2 Fluxo do Aluno

Os alunos, por sua vez, têm o seguinte fluxo, em resumo: (i) cadastrar-se como aluno; (ii) realizar login; (iii) associar-se a uma turma; (iv) verificar as instruções da atividade desta turma; (v) responder as rodadas com seus diagramas; (vi) revisar os diagramas dos colegas por meio do *checklist* e da ferramenta de edição de imagem contida em Model2Review; (vii) acompanhar o *feedback* dos revisores; e (viii) enviar a versão final. A Figura 22 contempla, por meio de um diagrama de atividades, os passos deste fluxo para a realização da atividade que permite o aprendizado colaborativo de forma remota.

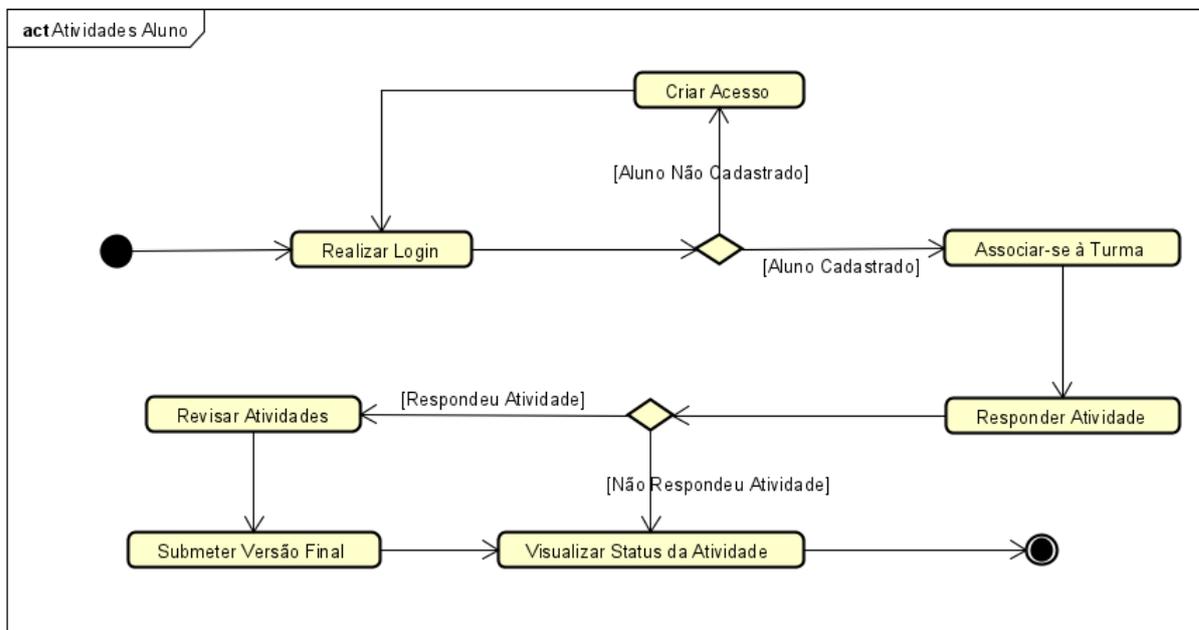


Figura 22 – Fluxo do aluno

Diante do fluxo, alunos no Model2Review, por sua vez, devem associar-se a uma turma. Ao ver a lista de minhas turmas em que o aluno poderá verificar onde estarão disponibilizadas as atividades configuradas pelo professor e associadas à turma que o aluno se relacionou. A Figura 23 mostra a Lista de Atividades de uma turma na ferramenta.

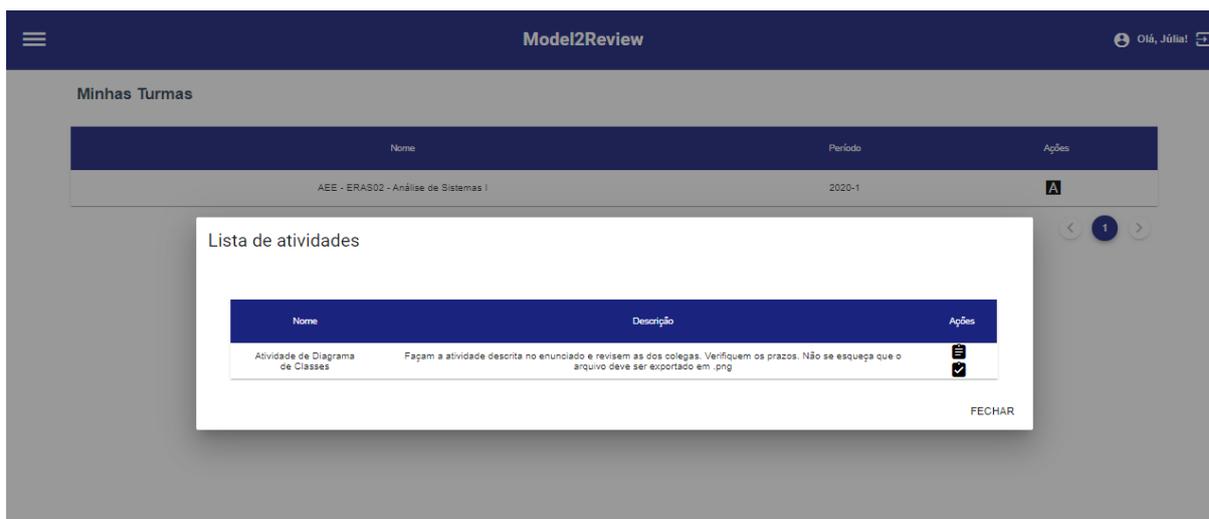


Figura 23 – Lista de atividades das minhas turmas - visualização do aluno

Os alunos podem verificar as informações das atividades atribuídas à turma, como: nome, instruções da atividade, data de início e fim de cada etapa do processo de Revisão por Pares. Além disso, o aluno pode, também, verificar os status das rodadas de revisão previstas, acompanhando os prazos e os status das fases, conforme ilustrado na Figura 24. Os status informam aos alunos se eles já enviaram suas respostas em versão inicial, se já revisaram os diagramas dos seus colegas ou se já enviaram a versão final de sua resposta à atividade solicitada.

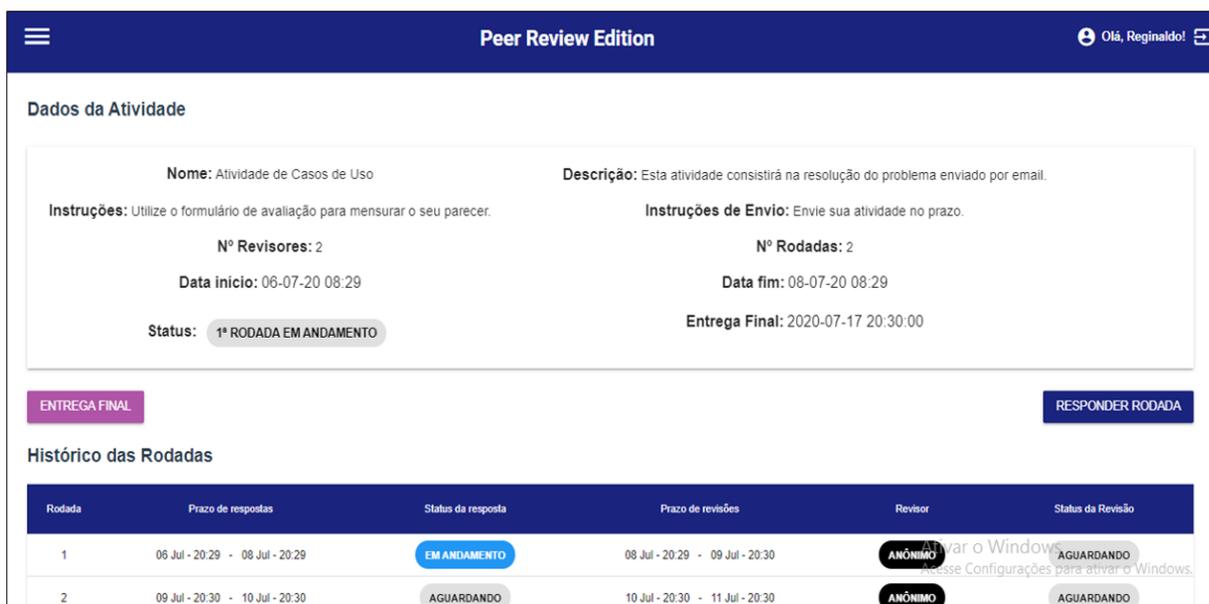


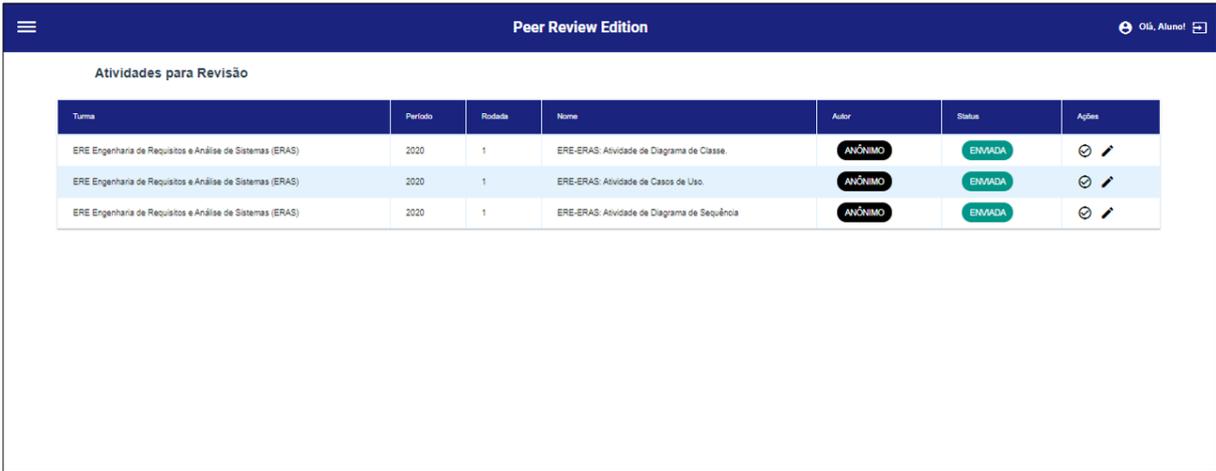
Figura 24 – Informações da atividade - visualização do aluno

Enquanto revisor, o aluno tem outra tela em que ele pode verificar o status das

revisões que ele deve realizar. Na tela consta o nome da atividade e o status da revisão (que deve ser feita pelo aluno em questão). Enquanto o prazo estiver aberto para a revisão, o aluno poderá editar esta revisão, bem como editar o diagrama e os aspectos do formulário de avaliação.

A Figura 25 apresenta a tela do sistema onde essas informações ficam dispostas, nesta tela é possível verificar o nome da turma e seu período, o nome da atividade e a rodada atual em que está a atividade. Aparece também o nome do autor, caso o autor não seja anônimo, o revisor pode encontrar os status da atividade, verificando se foi enviada ou não, podendo editar essa revisão até o fim do prazo.

Caso o aluno tenha enviado a atividade apenas com o *checklist* respondido, constará na coluna de status a mensagem "Sem Diagrama" ao invés de "Enviada". A ferramenta permite que o aluno envie a revisão apenas com as respostas do *checklist*, pois o aluno pode não ver necessidade de assinalar erros no próprio diagrama. No entanto, esta diferenciação nas mensagens do status foi feita para que o aluno tenha ciência de que não revisou o diagrama.



The screenshot shows a web interface titled "Peer Review Edition" with a user profile "Olá, Aluno!". Below the title is a section "Atividades para Revisão" containing a table with the following data:

Turma	Período	Rodada	Nome	Autor	Status	Ações
ERE Engenharia de Requisitos e Análise de Sistemas (ERAS)	2020	1	ERE-ERAS: Atividade de Diagrama de Classe.	ANÔNIMO	ENVIADA	✎ ✂
ERE Engenharia de Requisitos e Análise de Sistemas (ERAS)	2020	1	ERE-ERAS: Atividade de Casos de Uso.	ANÔNIMO	ENVIADA	✎ ✂
ERE Engenharia de Requisitos e Análise de Sistemas (ERAS)	2020	1	ERE-ERAS: Atividade de Diagrama de Sequência	ANÔNIMO	ENVIADA	✎ ✂

Figura 25 – Lista de revisões - visualização do revisor

A Figura 26 ilustra a tela de revisão de uma atividade onde a resposta correspondia a um Diagrama de Classes da UML. Nessa tela, o aluno está participando da segunda fase da atividade que consiste em revisar as respostas de um colega. Para auxiliá-lo na tarefa de revisão, o professor já realizou previamente o cadastro de um formulário de revisão. Além de preencher o formulário de revisão, o aluno revisor pode ainda indicar no próprio diagrama do colega os pontos a serem melhorados. A possibilidade de apontar diretamente na resposta de um colega os pontos críticos é um dos diferenciais da Model2Review frente a outras ferramentas de Revisão por Pares como, por exemplo, o “Laboratório de Avaliação” do Moodle.

6 Discussões

Neste capítulo obtém-se o monitoramento e descrição dos efeitos da ação. Para esta observação, a RP-UML foi utilizada por meio da definição de suas instâncias mediante ferramenta Model2Review. Enquanto a avaliação dos resultados da ação ocorreram por meio da prova de conceito estruturada ao longo deste capítulo e um questionário TAM para avaliar os resultados da ferramenta Model2Review. Desta forma, a RP-UML constituída a partir dos estudos deste trabalho foi utilizada em uma turma de Atividade Extracurricular Especial (AEE) que tinha como objetivo ensinar modelagem de sistemas com UML aos alunos matriculados na disciplina de Engenharia de Requisitos e Análise de Sistemas durante a pandemia causada pelo novo coronavírus. A disciplina foi planejada para ocorrer de forma presencial, mas com a pandemia houve a necessidade do distanciamento social e a criação da AEE, que ocorreu totalmente de forma remota.

A utilização da ferramenta Model2Review para mediação da Revisão por Pares em uma turma de modelagem de sistemas caracteriza a utilização da RP-UML em uma turma de modelagem, pois a ferramenta foi construída para este fim e os elementos da arquitetura foram instanciados durante a concepção da Model2Review. O uso da ferramenta pelo professor para promover a Revisão por Pares no contexto de modelagem de sistemas com UML caracteriza a utilização da RP-UML. Nesse contexto, este capítulo apresenta a utilização da ferramenta, detalhando o planejamento do estudo, a execução e o resultado do estudo. É relatada uma discussão acerca dos aspectos pedagógicos da ferramenta e uma comparação entre ela e o *Moodle*.

Para utilizar a ferramenta Model2Review no contexto do domínio de conhecimento da RP-UML, os elementos foram instanciados de acordo com a turma de AEE do estudo, para a condução da atividade de modelagem de sistemas com UML. O domínio do conhecimento definido para esta atividade de teste específica foi o de diagramas de classes, por ser um dos mais abrangentes na literatura, como descrito na Fundamentação Teórica deste trabalho. O objetivo educacional foi o de capacitar os alunos a modelar diagramas de classes para que estes criem bons modelos durante o projeto de desenvolvimento de sistemas. Como conhecimento prévio, era necessário que os alunos tivessem conhecimentos de Processo de Desenvolvimento de Software para realizar as atividades.

Como dinâmica Interacionista-Problematizadora definiu-se um revisor para cada autor, apenas, por conta do curto tempo definido para a AEE. Os alunos contariam com um *checklist* para validação de diagramas de classes durante a dinâmica. O aluno enquanto revisor dos diagramas de classes dos colegas tornava-se mediador do conhecimento durante esta atividade, pois ele é que assinalaria as falhas cometidas pelos colegas ao desenvolver seus diagramas. A avaliação processual e cooperativa das aprendizagens é por meio da participação dos alunos durante a atividade de Revisão por Pares. Esperando

que o resultado da versão final do diagrama seja melhor que a versão inicial. Desta forma, utilizou-se a ferramenta Model2Review para possibilitar o estudo da RP-UML em uma turma de modelagem de sistemas com UML.

6.1 Avaliação: Model2Review na prática

Para verificar a aplicabilidade da ferramenta Model2Review em uma turma e sua aceitação por parte dos alunos, realizou-se um estudo de caso experimental baseado nas definições de Yin (2015) que ocorreu em uma turma no contexto do ensino remoto, por conta das interrupções das aulas presenciais em decorrência da pandemia instaurada pelo novo coronavírus. Para este estudo, os elementos da RP-UML foram instanciados de forma que a dinâmica promovida pela Model2Review ocorresse de acordo com a arquitetura RP-UML. A ferramenta foi utilizada como mediadora de uma atividade de Revisão por Pares durante uma Atividade Extracurricular Especial (AEE) ofertada aos alunos do curso de Engenharia de Software que estavam matriculados na disciplina Engenharia de Requisitos e Análise de Sistemas. A AEE consistiu em uma forma de manter os alunos ativos durante o período de distanciamento social que interrompeu as atividades presenciais da disciplina. Com a ferramenta, os alunos puderam atuar colaborativamente mesmo à distância.

Durante a AEE, os alunos foram apresentados aos conceitos de modelagem de sistemas utilizando UML. Os diagramas trabalhados na AEE foram: diagrama de casos de uso, diagrama de classes, diagrama de sequência, diagrama de pacotes e de comunicação. O Model2Review foi utilizado em um exercício correspondente ao diagrama de classes. Esse diagrama, especificamente, foi escolhido por ser um dos principais diagramas utilizados tanto na academia quanto na indústria de software e por ser um dos diagramas que os alunos mais enfrentam dificuldades em desenvolver (CHOURIO et al., 2019).

Ao fim do estudo, aplicou-se um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) que avalia os constructos de utilidade, facilidade de uso e intenção de uso da tecnologia. Além disso, o questionário buscou, ainda, verificar como os alunos receberam a ferramenta, quais foram as dificuldades e possibilidades de melhorias na ferramenta. Os detalhes do estudo estão nas subseções a seguir.

6.1.1 Planejamento do Estudo

Durante essa etapa, o professor configurou as etapas relativas à atividade na ferramenta. Cadastrou a turma da AEE, a atividade a ser realizada, o formulário de revisão específico para diagramas de classe e as datas de início e fim de cada uma das etapas da Revisão por Pares. Além disso, o professor preparou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o formulário de avaliação da ferramenta, segundo os critérios do modelo TAM.

Com respeito à atividade de diagrama de classes proposto, o professor definiu um cenário fictício onde os alunos poderiam identificar os principais elementos do contexto para a elaboração do seu diagrama. Foi definido um período de uma semana para que os alunos cumprissem todas as etapas da atividade, sendo assim distribuídos: dois dias para a elaboração da versão inicial do seu diagrama de classes relativo ao cenário definido pelo professor; dois dias para a revisão da resposta de um colega definido aleatoriamente pelo próprio Model2Review; e três dias para que analisassem a revisão recebida do seu diagrama e reelaborassem uma nova versão para ser entregue como resultado da atividade. Tais períodos foram definidos respeitando as restrições de tempo da AEE como um todo.

Durante o desenvolvimento da primeira versão do diagrama, os alunos conceberam os modelos com base em sua análise sobre o cenário proposto pelo professor. A segunda fase era a de revisão, onde os alunos deveriam basear-se no *checklist* para validação de Diagramas de Classes proposto pelo professor, via ferramenta, além de realizarem anotações online nos diagramas dos colegas, assinalando os problemas do diagrama para melhorias. Com esta segunda etapa da Revisão por Pares, planejava-se desenvolver nos alunos as habilidades de crítica, tornando-os capazes de analisar os modelos dos colegas durante o desenvolvimento de software. A terceira fase de Revisão por Pares compreende a análise dos *feedbacks* que os colegas forneceram sobre seus diagramas. Nesta fase, planejava-se o desenvolvimento de habilidade autocrítica nos alunos, pois eles devem criticar seus modelos e analisar o *feedback* de outros colegas para então submeter a versão final de seu diagrama.

6.1.2 Execução do Estudo

Conforme o planejamento, este estudo foi realizado como uma atividade prática avaliativa já prevista na ementa da AEE. Nesta AEE o professor conduzia as aulas via *Google Meet* e usava o *Moodle* para mediação das atividades. No início do estudo, os pesquisadores apresentaram a técnica de Revisão por Pares e as informações necessárias para que os alunos pudessem participar da atividade mediada pela Model2Review. Assim, foi explicado o cenário no qual os alunos iriam trabalhar e apresentada a ferramenta de Revisão por Pares que seria utilizada.

Inicialmente foi solicitado que os alunos se cadastrassem na ferramenta e desenvolvessem um diagrama de classes sobre o cenário postado na atividade previamente definida pelo professor na etapa de preparação. Conforme definido anteriormente, os alunos tiveram uma semana para cumprir todas as etapas da atividade proposta. Ao final, os alunos foram convidados a responder o questionário de avaliação da ferramenta.

Os alunos, então participantes do estudo, foram avisados constantemente sobre os prazos e a execução das fases da Revisão por Pares. Eram enviados emails estimulando que eles utilizassem dos artefatos da ferramenta para participar da revisão. Os alunos se mostraram participativos, utilizaram a ferramenta de edição de imagem na maioria das

vezes para apontar erros diretamente no diagrama e preencheram o *checklist* de forma correta. Além do mais, forneceram comentários acerca do diagrama dos colegas, promovendo melhores *feedbacks* para a construção dos modelos em versão final.

6.1.3 Resultados do Estudo

A atividade contou com a participação de 19 alunos. Como a disponibilização dos dados e a participação na pesquisa é voluntária, analisou-se os dados de 15 alunos que assinaram o TCLE e autorizaram a divulgação dos resultados dos questionários e atividades realizados para fins de pesquisa.

Os alunos que disponibilizaram suas atividades e responderam o questionário para este estudo estavam matriculados no quinto período do curso de Engenharia de Software na Universidade Federal do Amazonas. Com respeito à idade, os alunos tinham menos de 30 anos, sendo 73,3% deles entre 18 e 22 anos. Além disso, 66,7% dos participantes disseram que não haviam participado de uma atividade de Revisão por Pares antes e 93,3% assinalaram que esta era a primeira vez que utilizavam uma ferramenta que mediasse a Revisão por Pares à distância.

Após aceitarem os termos da pesquisa, eles foram conduzidos para as questões do TAM e responderam a 13 perguntas. As perguntas do TAM foram divididas em três grupos, cada grupo relacionado a um de seus constructos: utilidade percebida (perguntas de 1 a 4), facilidade do uso percebida (perguntas de 5 a 8) e sobre a intenção do uso da ferramenta (perguntas de 9 a 13). Os resultados do questionário constam na Figura 27.

Com as respostas do questionário é possível observar que os alunos concordaram sobre a utilidade da ferramenta para mediar a Revisão por Pares. Isto está caracterizado nas perguntas sobre a utilidade percebida. Já nas perguntas sobre a facilidade de uso, os alunos concordaram que a Model2Review não demandou muito esforço mental. No entanto, alguns foram indiferentes quanto à facilidade de usar, isto talvez se deva ao fato da maioria dos alunos não terem participado de uma Revisão por Pares antes, fazendo-se necessário alguns ajustes na ferramenta em questões de usabilidade. Na intenção de uso, a maioria dos alunos concordaram que a ferramenta pode ser usada para mediar a Revisão por Pares durante o aprendizado de modelagem de sistemas e também em outros contextos computacionais.

Observar os resultados captados com o TAM foi de suma importância para verificar a aceitação da tecnologia e quais pontos da ferramenta são necessários ajustes. Com isso, apresenta-se uma breve discussão sobre os três constructos do TAM, a saber:

- Sobre o primeiro constructo do TAM, a utilidade percebida, os alunos do estudo relataram que a ferramenta permitiu que eles participassem de todas as fases da Revisão por Pares, com isso a ferramenta alcançou o objetivo de promover a colaboração entre eles. Os alunos acreditaram que o Model2Review foi útil para realizar

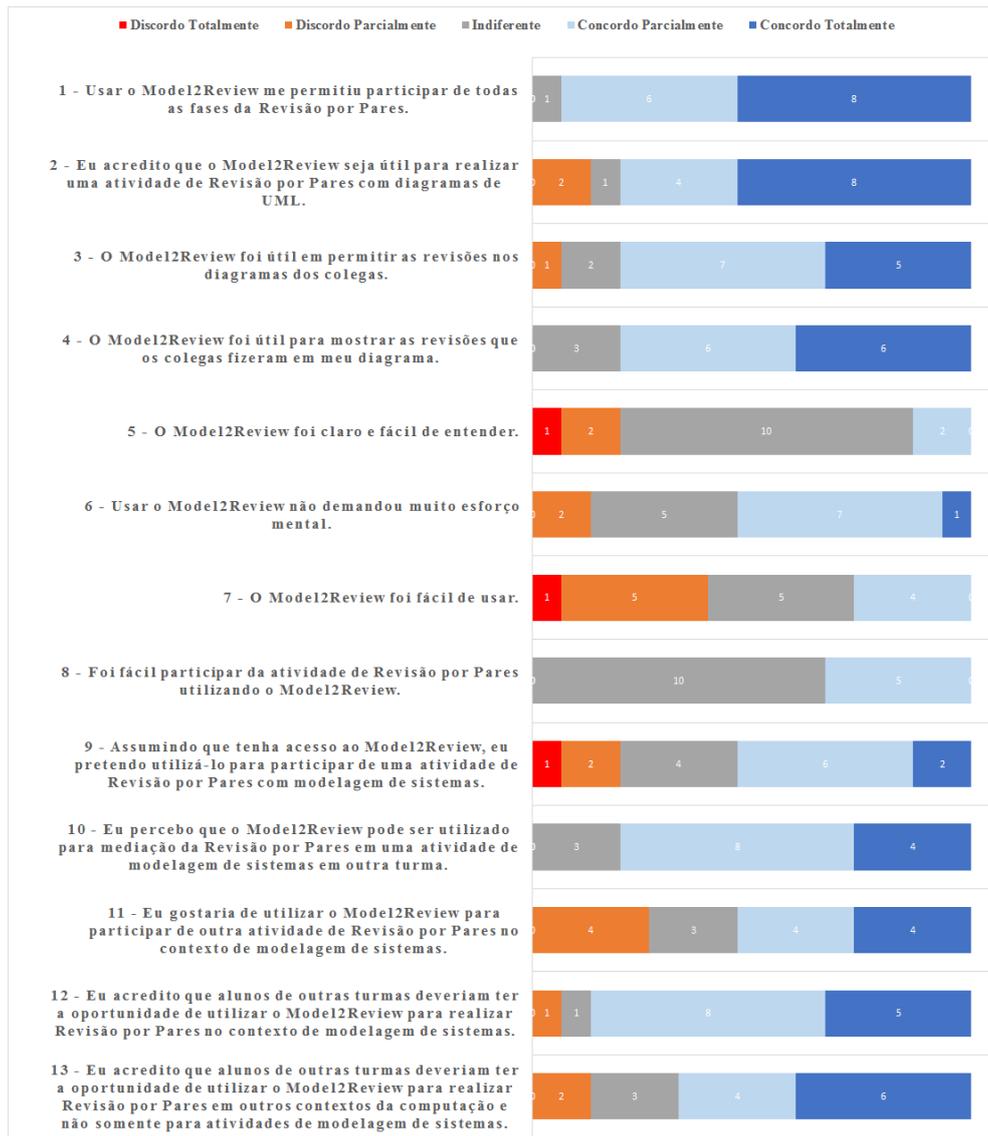


Figura 27 – Análise das respostas do questionário TAM (*Technology Acceptance Model*)

a atividade de Revisão por Pares com diagramas UML, ou seja, a ferramenta se mostrou útil para o contexto de modelagem segundo suas percepções. A ferramenta permitiu ainda que os alunos pudessem realizar as revisões, assinalando as ineficiências dos diagramas por meio do *checklist*, adicionando comentários e fazendo anotações sobre o próprio diagrama. Com isso, a ferramenta foi considerada útil pelos alunos ao mostrar as revisões que os colegas fizeram em seus diagramas, preservando a anonimidade dos autores, deste modo, eles puderam fazer melhorias em seus diagramas para então entregar a versão final.

A Figura 28 apresenta um gráfico considerando as perguntas relacionadas à Utilidade Percebida (1 a 4 do questionário). Com o gráfico é possível mensurar numericamente o quanto os alunos concordaram ou discordaram plenamente em relação à Utilidade percebida da ferramenta Model2Review. Com os resultados é possível verificar que

a ferramenta cumpriu com seus objetivos em relação à colaboração no ensino UML, mas ainda pode ser melhorada em diversos aspectos.

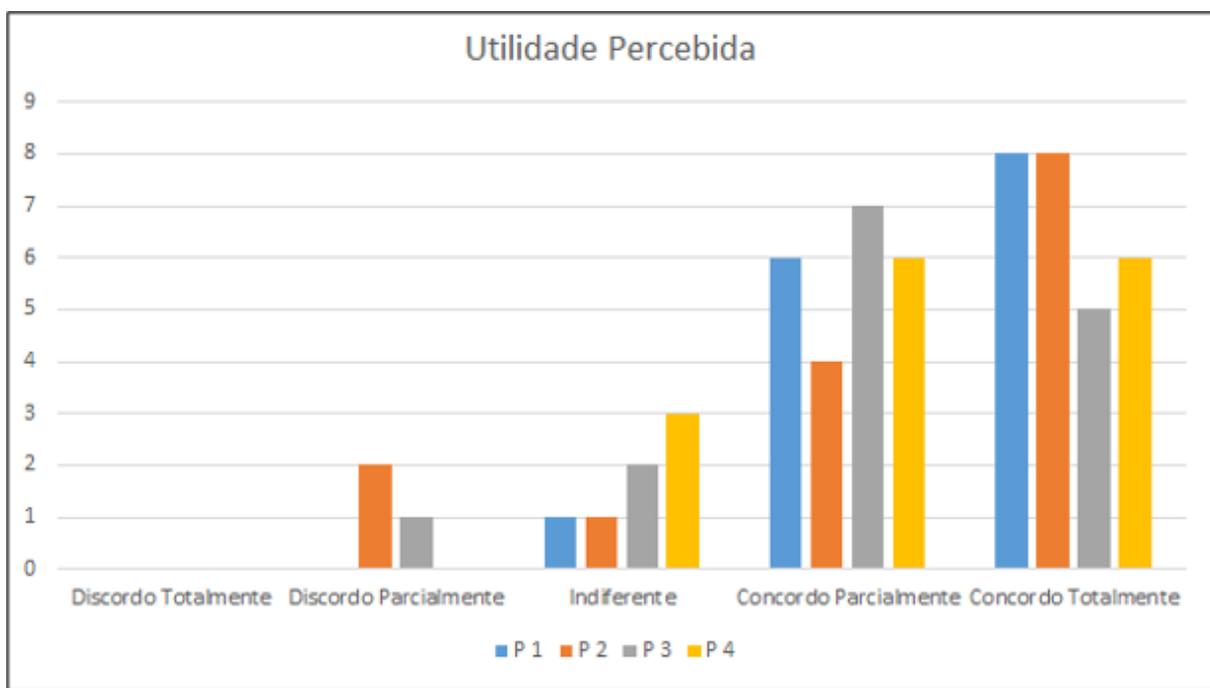


Figura 28 – TAM: utilidade percebida

- Sobre o segundo constructo do TAM, a facilidade de uso percebida, os alunos foram indiferentes ao mensurar se a ferramenta era clara e fácil de entender. No entanto, os alunos acreditaram que a ferramenta não exigiu tanto esforço mental, a maioria dos alunos relatou que a ferramenta foi fácil de entender, mas alguns não concordaram. Com isso, faz-se necessário ajustes funcionais na ferramenta para promover uma melhor experiência de uso. Os alunos consideraram ainda que foi fácil participar da atividade usando o Model2Review, o que caracterizou a ferramenta como promissora para o ensino de modelagem de sistemas.

A Figura 29 apresenta um gráfico considerando as perguntas relacionadas à facilidade de uso percebida (5 a 8 do questionário). Desta forma, é possível verificar o quanto os alunos concordaram ou discordaram plenamente em relação à facilidade de uso da ferramenta Model2Review. Com os resultados é possível verificar que a ferramenta, apesar de cumprir com seus objetivos em relação à colaboração no ensino UML, necessita de adaptações para promover melhor facilidade de uso aos usuários, possibilitando melhores experiências após o ajuste da ferramenta.

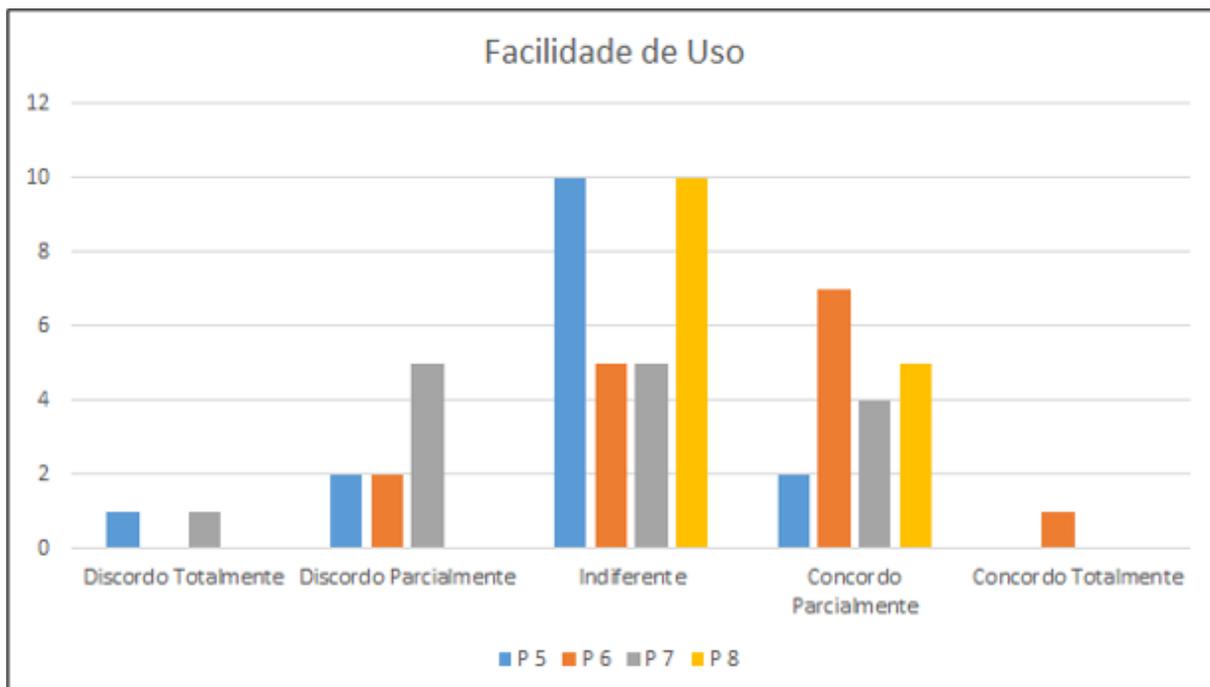


Figura 29 – TAM: facilidade de uso percebida

- Sobre o terceiro constructo do TAM, a intenção de uso, os alunos relataram que participariam novamente de outra atividade com a ferramenta Model2Review, mesmo achando que ela não tenha sido fácil de usar. Os alunos acreditaram que a ferramenta possa ser utilizada para mediar a modelagem de sistemas em outras turmas de engenharia de software. Os alunos foram maioria ao relatar que outros alunos, de outras turmas, deveriam ter a oportunidade de utilizar a Model2Review para realizar a Revisão por Pares na modelagem de sistemas. Com isso, a ferramenta do ponto de vista dos alunos foi considerada como promissora para a utilização futura. Os alunos ainda relataram que a ferramenta poderia ser utilizada em outros contextos de computação e não apenas que a ferramenta Model2Review deva ficar atrelada exclusivamente à modelagem de sistemas.

A Figura 30 apresenta um gráfico considerando as perguntas relacionadas à intenção de uso (9 a 13 do questionário). Desta forma, é possível verificar o quanto os alunos concordaram ou discordaram plenamente em relação à intenção de uso da ferramenta Model2Review. Com os resultados é possível verificar que os alunos acreditam que a ferramenta pode ser utilizada em outras turmas de modelagem de sistemas e em outros contextos de computação. Isto é importante, pois apesar da ferramenta ser elaborada para o ensino de modelagem de sistemas com UML, ela pode auxiliar outros tipos de modelagem como em banco de dados, possibilitando atividades de Revisão por Pares nos mesmos.

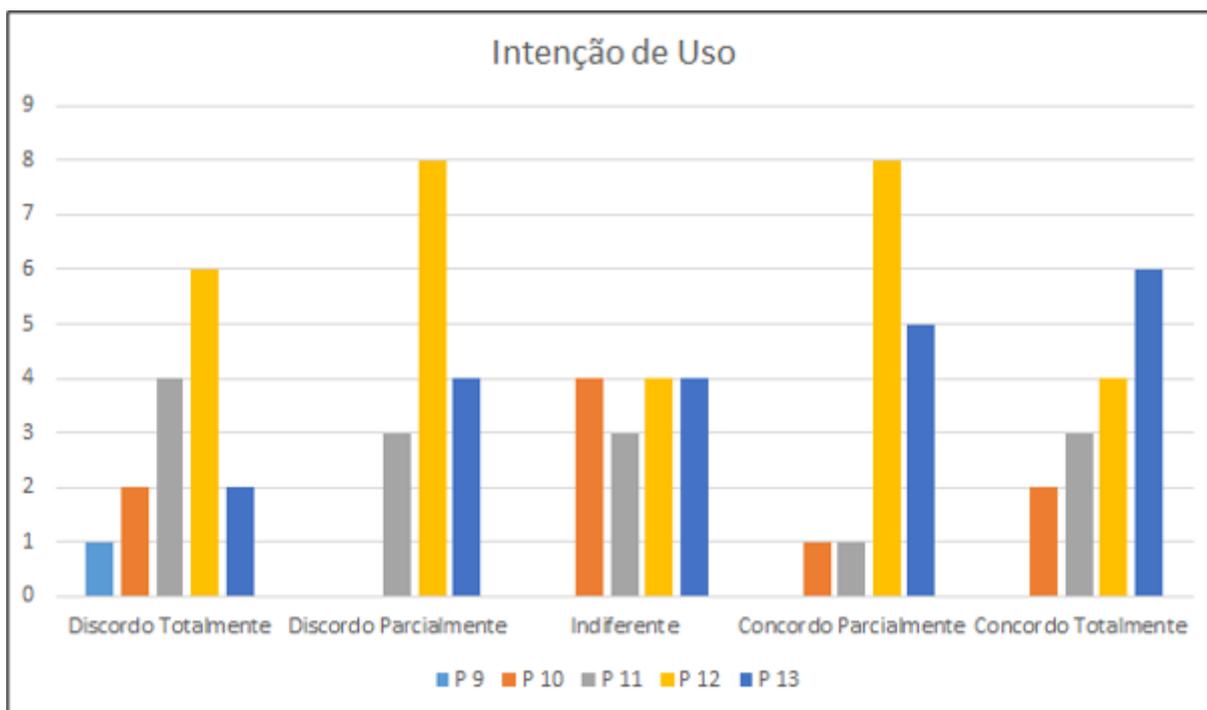


Figura 30 – TAM: intenção de uso futuro percebida

Além do questionário fechado, os participantes puderam relatar sua experiência na ferramenta. Assim, eles recomendaram melhorias como: (i) realizar ajustes no menu; (ii) permitir um zoom melhor durante a ferramenta de edição de diagramas; (iii) colocar as etapas da atividade de Revisão por Pares no menu para facilitar o acesso; e (iv) trocar os ícones por botões escritos das funções. Neste contexto, faz-se necessário estes ajustes para um melhor desempenho da ferramenta em trabalhos futuros.

Os ajustes do menu são necessários para promover uma melhor experiência do usuário ao acessar as abas para trabalhar na atividade, já que uma das sugestões é para colocar as etapas da Revisão por Pares no próprio menu, tornando a ferramenta mais intuitiva. A permissão de um melhor zoom para a edição dos diagramas será útil para que seja possível realizar as anotações com mais facilidade sobre o diagrama na ferramenta de edição de imagens. A sugestão da troca dos ícones por botões escritos é útil para facilitar a navegação durante a ferramenta, facilitando a experiência dos alunos.

6.1.4 Aspectos Pedagógicos: Model2Review

Com a utilização da ferramenta em relação a promoção da Revisão por Pares no contexto remoto, observou-se que a Model2Review permitiu que o professor pudesse realizar a colaboração de forma remota. Desta forma, a distância não se tornou um fator influenciante no resultado da colaboração. Do ponto de vista pedagógico, permitiu-se que

dos colegas, por meio da ferramenta de edição de imagem, mostrou-se útil em relação ao desenvolvimento de habilidades de crítica e autocrítica promovidos pela Revisão por Pares, bem como a construção do conhecimento. Desta forma, a ferramenta em questão mostrou-se útil em promover o compartilhamento do conhecimento promovido pela pedagogia relacional.

A Figura 32 mostra um *checklist* preenchido pelo aluno. Neste caso, o aluno usou o *checklist* para mensurar ao colega o quanto o diagrama dele estava correto ou o quanto ele ainda poderia melhorar. Após contato com este *checklist* o próprio revisor, na fase sequente de envio de versão final do seu diagrama, pode melhorar sua atividade com base nos pontos notados nesta fase de revisão. Atualmente, o *Moodle* também disponibiliza um ambiente para cadastrar um formulário de avaliação, no entanto, ele não é em formato de *checklist* como utilizado nos diagramas da UML.

Formulário de Avaliação

Aspectos	Respostas
É possível observar elementos cuja nomenclatura é inadequada? Ex: nomes de pessoas colocados ao invés do uso de suas funções do sistema (por favor, leia o próximo item antes de responder).?	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
Há relação entre os nomes usados no diagrama e contexto descrito no enunciado do problema??	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
Foram omitidos os nomes de elementos no diagrama??	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
No momento de relacionar elementos no diagrama, ocorreu omissão das associações??	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
Foram omitidos elementos no diagrama??	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
O sentido das associações está de acordo com o que o enunciado está pedindo??	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
Os tipos de associações usadas correspondem com o solicitado no enunciado e estão de acordo com o padrão estabelecido na UML??	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
Quando os elementos estão relacionados, é possível entender o sentido da direção que as associações tomam (mesmo se a associação for bidirecional)??	<input checked="" type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
A cardinalidade está incorreta??	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
Faltam elementos que o enunciado do problema descreve como necessários ou relevantes??	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica
É observado elementos repetidos ou desnecessários no diagrama??	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não <input type="radio"/> Não se Aplica

Figura 32 – *Checklist* do diagrama de classes respondido

O professor, tem do seu ponto de vista pedagógico, a oportunidade de acompanhar a tarefa de Revisão por Pares remotamente. Ele não precisa, necessariamente, utilizar um tempo de aula para realizar a atividade, como seria se esta dinâmica fosse aplicada presencialmente. O professor consegue com a ferramenta verificar os status das revisões, sabendo quais alunos já entregaram as versões respectivas dos diagramas e quais são as pendências. Ou seja, conseguem saber quem não revisou e quem não entregou uma determinada versão. Na seção a seguir, consta uma comparação entre a ferramenta Model2Review que foi utilizada como Suporte Pedagógico no estudo que envolveu a RP-UML para o ensino

de modelagem de sistemas e o *Moodle* que foi utilizado no primeiro estudo, que tinha como objetivo verificar a viabilidade da Revisão por Pares como técnica de aprendizagem colaborativa para a modelagem de sistemas.

6.2 Model2Review e Moodle

É interessante ressaltar a existência de outras ferramentas para mediar a Revisão por Pares à distância, como o recurso “Laboratório de Avaliação” do *Moodle* disponível na plataforma *Moodle* que é utilizada para o contexto de ensino remoto. No entanto, como citado no estudo (COSTA et al., 2019c) e no Capítulo de Pesquisa Exploratória deste trabalho, o recurso do *Moodle* tem limitações em relação à condução da Revisão por Pares. No *Moodle* alguns dos alunos relataram não encontrar a revisão do colega, devido questões de usabilidade. O *Moodle* não possibilita a realização de anotações no próprio diagrama, por meio da ferramenta de edição de imagem como permitido em Model2Review. Além disto, a ferramenta Model2Review permite que o professor escolha sobre a anonimidade dos autores dos diagramas, o que pode tornar as revisões mais imparciais em casos específicos, já no *Moodle* os alunos eram conhecedores de seus revisores. A Figura 33 apresenta a tela do *Moodle* para configuração da atividade. Nesta tela é possível que o professor cadastre as configurações gerais para a atividade e as configurações do envio e das avaliações. Na seção de fluxo de professor foi apresentada a tela que o professor utiliza para configurar a atividade.

Atualizando um Laboratório de Avaliação em Casos de Uso do Projeto

Expandir tudo

▼ Geral

Nome do laboratório de avaliação* Definição e Avaliação dos Casos de Uso do Projeto

Descrição

Atividade de Peer Reviewing de diagrama de classes dos projetos finais da disciplina.

Exibir descrição na página do curso

▼ Configurações de nota

Estratégia de classificação Nota acumulativa

Nota para envio 100 Não categorizado

Nota de avaliação para aprovação 50,00

Nota para avaliação 100 Não categorizado

Nota de avaliação para aprovação 50,00

Casas decimais nas notas 0

Configurações de envio

Figura 33 – Configuração da atividade no *Moodle*

No *Moodle* não era possível colocar um formulário de avaliação em forma de *checklist* com as opções de resposta com sim, não e não se aplica como no Model2Review. Com isso, além de mostrar-se útil para mediar a Revisão por Pares, a ferramenta Model2Review ainda se mostrou útil em solucionar os problemas contidos no recurso de Revisão por Pares do *Moodle*, demonstrando um potencial para a condução de interação e colaboração dos alunos durante o ensino à distância.

Enquanto o laboratório de Revisão por Pares do *Moodle* limitava-se ao professor cadastrar a atividade e as notas do formulário de avaliação apenas de forma numérica e cada atividade tinha somente uma rodada de Revisão por Pares, a ferramenta Model2Review permite o cadastro da mesma atividade para outras turmas, o professor precisa apenas associá-la à turma em questão, modificando as datas do acesso. Além disso, é possível realizar mais de uma rodada de Revisão por Pares como na Figura 34 onde consta a escolha das datas para a disponibilidade das fases da revisão.

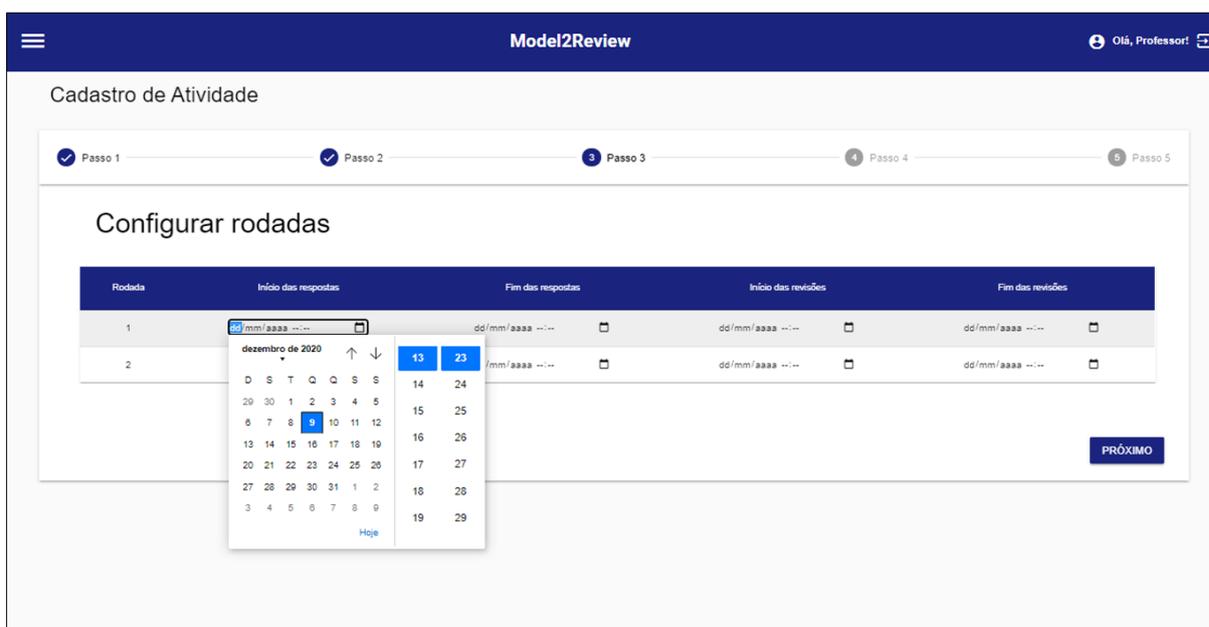


Figura 34 – Configuração das datas das rodadas para a atividade - Model2Review

Nesta tela o professor poderá definir a data e o horário de início das etapas da Revisão como início e fim das respostas e início e fim das revisões (em cada rodada). Após o professor cadastrar a atividade no *Moodle*, ele tem a opção de distribuir as atividades entre os alunos que estão na turma, disponibilizando os revisores. A Figura 35 ilustra como é realizada a escolha dos revisores via *Moodle*.

The screenshot shows the Moodle interface for 'Definição e Avaliação dos Casos de Uso do Projeto'. It features three columns: 'Participante revisado por', 'Participante', and 'Participante a ser revisor de'. Each row corresponds to a participant's case study, with a dropdown menu to 'Adicionar avaliador' and a list of potential reviewers. The interface includes navigation tabs at the top (Alocação manual, Alocação aleatória, Alocação programada) and a page indicator (Página: 1 2 3 (Próximo)).

Figura 35 – Escolhendo os revisores no Moodle

Enquanto na ferramenta Model2Review, é possível utilizar a função de sortear os revisores como na tela representada na Figura 36. Além disso, a distribuição dos revisores ocorre por rodada, o professor sorteia os revisores para a rodada 1 e depois as rodadas subsequentes. O Moodle não possibilita este sorteio automático para a escolha dos revisores. Esse sorteio é vantajoso para o professor em relação ao ganho de tempo, pois ele não precisa escolher um a um os revisores como no Moodle. Na ferramenta Model2Review o processo de atribuição dos revisores durante a fase de revisão ocorre com base em conhecimento circular durante o algoritmo de sorteio da ferramenta em que um transporta o conhecimento para o outro. Em uma dinâmica com um (1) revisor e (1) autor, o primeiro aluno da fila revisa o segundo, enquanto o segundo aluno da fila revisa o terceiro e o último revisa o primeiro da fila. Ou seja, o conhecimento não fica restrito a apenas dois, como em ilhas, o que não é bom durante aprendizagem cooperativa, com a Model2Review o conhecimento circula durante a dinâmica. Isto aumenta quando se usa dois (2) revisores.

Caso a turma seja pequena em quantidade, o professor até pode optar por definir os revisores um a um, mas caso a turma seja de quarenta alunos (40), para duas rodadas de revisão, o professor vai ter que escolher oitenta (80) revisores manualmente. Isto se a dinâmica ocorrer apenas com um revisor, caso sejam dois revisores, serão cento e sessenta (160) revisores a serem definidos pelo professor, manualmente. O que torna a dinâmica

inviável diante do tempo perdido pelo professor.

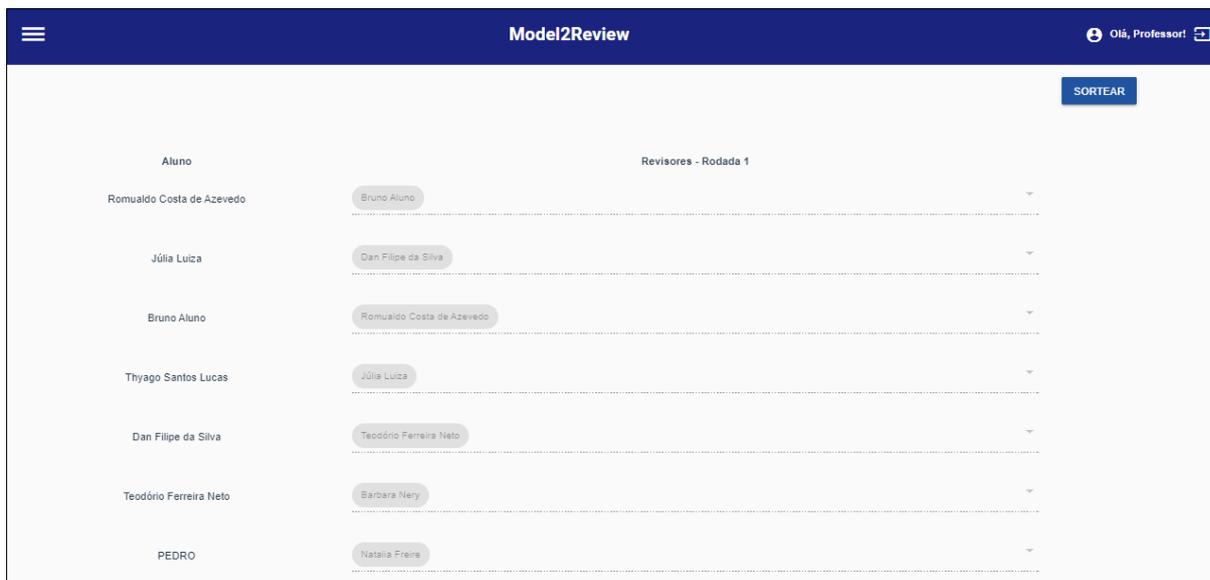


Figura 36 – Escolhendo os revisores na ferramenta Model2Review

A descrição dos formulários de avaliação ocorrem nas duas ferramentas, mas no *Moodle* o formulário fica associado apenas à atividade em que ele foi cadastrado. Enquanto na ferramenta Model2Review um formulário de avaliação pode ser usado para inúmeras outras atividades. O *Moodle* situa notas para cada aspecto do formulário em questão como representado na Figura 37.

Desta forma, o formulário no *Moodle* não pode ser aproveitado para outras atividades e o professor teria que ter o retrabalho de cadastrá-lo novamente em outra atividade, já as escalas de nota são muito gerais, o aluno tem que atribuir uma nota para o colega em relação a cada aspecto do formulário. Ou seja, um formulário de *checklist* com escalas booleanas não é viável no *Moodle*. Caso o professor queira solicitar esta atividade a outra turma períodos depois, ele terá que cadastrar novamente os formulários na atividade para que os alunos consigam revisar.

Definição e Avaliação dos Casos de Uso do Projeto

Nota acumulativa ▶ Expandir tudo

▼ Aspecto 1

Descrição

O nome do ator reflete o seu papel no sistema, evitando títulos de cargos, nomes de áreas ou atividades relacionadas com a estrutura da organização?

Melhor nota possível / Escala a utilizar

Tipo: Pontos

Escala: Escala Brasileira (0 a 10)

Nota máxima: 1

Peso: 1

▼ Aspecto 2

Descrição

O nome do Caso de Uso utiliza verbos seguidos de substantivo(s), podendo o substantivo ter adjetivo, e o verbo se encontra no modo infinitivo ou no modo indicativo em tempo presente, e utiliza a voz ativa ao invés da passiva? (Ex: "Imprimir atestado" e não "Impressão de atestado" ou "Atestado Impresso")

Figura 37 – Definindo o formulário de avaliação no *Moodle*

Não há no formulário uma escala booleana de "sim, não e não se aplica" para cada aspecto, enquanto a ferramenta Model2Review permite esta escala como representado na Figura 38. Como os *checklists* são utilizados neste caso para validar modelos, os itens (aspectos) dos *checklists* têm escalas booleanas para verificar se o modelo é adequado ou não para um determinado modelo (classes, casos de uso e outros). Com isso, a ferramenta Model2Review mostra-se mais eficiente em relação a formulários e às escalas de suas notas para o contexto de modelagem de sistemas.

Id_Formulário	Item
2	Verifique as associações

Figura 38 – Definindo o formulário de avaliação na ferramenta Model2Review

Desta forma, *Moodle* e Model2Review permitem a Revisão por Pares para o ensino de engenharia de software, tanto no contexto de ensino presencial quanto nos contextos à distância e remoto. No entanto, o contexto da ferramenta Model2Review é em relação ao ensino de modelagem de sistemas e por isso permite algumas funcionalidades que ainda não existem no *Moodle*, como a ferramenta de edição de imagem (para assinalar falhas diretamente no diagrama) e o cadastro de *checklists* em escala booleana (sim, não e não se aplica) que é interessante para a validação de diagramas da UML. Com isso, apresenta-se a seguir as considerações finais deste capítulo.

6.3 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentadas as discussões a partir da análise dos estudos acerca da ferramenta Model2Review, para mediação da Revisão por Pares durante a aplicação da Arquitetura Pedagógica RP-UML elaborada nesta dissertação. Para tanto, inicialmente foram instanciados os elementos da RP-UML para a condução da AEE, que previa em sua ementa o estudo de modelagem de sistemas com UML. A ferramenta Model2Review foi o suporte tecnológico que possibilitou a realização da RP-UML em um contexto totalmente remoto, pois com ela o professor previu a dinâmica de Revisão por Pares no domínio de modelagem de sistemas com UML e realizou a avaliação processual e cooperativa das aprendizagens acompanhando o progresso dos alunos durante as fases da atividade. O capítulo a seguir apresenta a conclusão, onde são discutidas as contribuições da pesquisa, os trabalhos futuros e os comentários gerais acerca deste trabalho.

7 Conclusão

As APs remetem ideias de como tratar assuntos complexos em sala de aula para que seja possível conseguir resultados satisfatórios em relação ao processo de ensino-aprendizagem. Assim, este trabalho tem como objetivo auxiliar ensino-aprendizagem na modelagem de sistemas com UML em disciplinas de ES. Para tanto, foi elaborada a RP-UML, uma Arquitetura Pedagógica que pudesse auxiliar ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com UML. Para proceder com um dos elementos da RP-UML que tratava de dinâmicas entre os alunos, sugeriu-se desenvolver nos alunos as habilidades de crítica e autocrítica em relação aos seus diagramas de UML e para isto tornou-se necessário verificar a viabilidade da técnica de Revisão por Pares, que desenvolve essas habilidades, durante o aprendizado de modelagem de sistemas com UML.

Para a condução da Revisão por Pares nas turmas de modelagem de sistemas, os procedimentos da técnica foram repensados, sem que a descaracterizasse. Ou seja, pode-se reconsiderar a Revisão por Pares com um ou mais revisores, com ou sem *checklist*, com autores e revisores anônimos e conhecidos, em sala de aula e à distância, por meio do *Moodle*, verificando as vantagens e desvantagens de realizar alterações em alguns procedimentos da aplicação.

Durante a pesquisa, a técnica foi aplicada em disciplinas do curso de ES com os diagramas de Casos de Uso e Classes e os participantes responderam a um questionário sobre essa experiência. Apesar de alguns alunos relatarem que preferem outros métodos de ensino, bem mais parecidos com as pedagogias tradicionais, outros responderam que a técnica foi eficiente durante a aprendizagem e contribuiu para melhor compreensão do tema de estudo. Isto é possível, pois os alunos que se tornam acomodados diante da pedagogia tradicional, ao serem estimulados a participarem ativamente das atividades por meio de interação, preocupam-se em relação aos seus resultados diante dos *feedbacks*.

Com a viabilidade da técnica foi possível elicitar os requisitos para o Suporte Tecnológico a ser utilizado como elemento da RP-UML elaborada neste trabalho para ser utilizada durante o aprendizado de diagramas UML. As técnicas utilizadas com os alunos para elicitação foram *Brainstorm* e Entrevista. No entanto, utilizou-se também Pesquisa Exploratória e Análise de Sistemas Correlatos (considerando a aplicação da Revisão por Pares em uma das turmas utilizando o *Moodle*). Diante dos requisitos, foi possível conceber um protótipo para o Suporte Tecnológico em questão. A etapa de prototipação teve como objetivo validar os requisitos existentes por meio de uma visão inicial da ferramenta.

Após estes passos, foi necessário verificar a Arquitetura Pedagógica RP-UML em atuação, observando a aplicabilidade e aceitação da ferramenta Model2Review como seu suporte tecnológico. Para isso, a RP-UML foi aplicada por meio da ferramenta Model2Review em uma atividade de uma AEE referente à disciplina do curso de Engenharia

de Software no contexto de modelagem de sistemas. Os participantes registraram sua experiência de uso relacionada ao Suporte Tecnológico que dá o suporte a RP-UML. Apesar de alguns alunos relatarem indiferença em relação à facilidade de uso, a maioria dos alunos respondeu que a ferramenta é eficiente para a condução da técnica e que o uso dela em disciplinas de outras áreas de computação pode ser útil durante ensino-aprendizagem. Isto demonstra que a ferramenta necessita de melhorias para tornar-se um produto. Melhorias em sua usabilidade e em algumas funcionalidades, para que se torne totalmente adequada.

Evidenciada a viabilidade da ferramenta e da AP, constatou-se também que ela é útil para o ensino de computação e não é restrita ao contexto de modelagem de sistemas. Apresentando-se assim como uma nova ferramenta que oportuniza a aprendizagem colaborativa em mediações não-presenciais. Desta forma, a RP-UML é considerada útil para promover a interação entre alunos por meio da Revisão por Pares no contexto de ensino remoto mediada pela ferramenta Model2Review. Os estudos de validação ocorreram em meio ao cenário de distanciamento social imposto pela pandemia causada pelo novo coronavírus. Desta forma, torna-se ainda mais visível a contribuição da ferramenta para promover a colaboração em contextos à distância. Além disto, a ferramenta soluciona certas limitações do *Moodle* já mencionadas em outros estudos.

Durante a execução da pesquisa, houve a limitação de não poder realizar um estudo em uma turma de Engenharia de Software, por conta da suspensão das aulas diante da pandemia do novo coronavírus. Assim, a verificabilidade da ferramenta ocorreu em uma Atividade Extracurricular Especial. No entanto, apesar de ter sido possível ter o *feedback* dos alunos, não foi possível obter o *feedback* de outros professores que estavam atuando em uma turma de modelagem de sistemas. Contudo, experimentar a RP-UML e a ferramenta Model2Review em um contexto não-presencial trouxe o *feedback* de que a ferramenta mediava completamente a Revisão por Pares à distância. Apenas houve adaptação na forma de abordagem do conteúdo, por exemplo, os encontros síncronos ocorriam apenas pelo *Google Meet* e os alunos por vezes não deixavam disponíveis suas câmeras e nem seus áudios por motivos extra-classes. Com a RP-UML por meio da Model2Review a colaboração pode ocorrer de forma mais incisiva, por meio da Revisão por Pares.

Entretanto, mesmo com as limitações, foi possível considerar que o objetivo desta pesquisa que era de auxiliar ensino-aprendizagem na modelagem de sistemas com UML em disciplinas de Engenharia de Software foi cumprido, uma vez que a Arquitetura Pedagógica RP-UML promove ferramental para uma abordagem diferenciada da modelagem de sistemas, possibilitando a interação dos alunos e estimulando habilidades nestes que tornam melhor o aprendizado de modelagem de sistemas, seja em cenário de ensino-aprendizado presencial ou remoto.

7.1 Resultados Obtidos

Diante deste relato e analisando a questão norteadora elaborada na seção 1.3 pode-se de dizer que os resultados desta pesquisa sumariamente são:

- **Como favorecer ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com diagramas da UML em disciplinas de Engenharia de Software? - Resultado:** Por meio da interação dos alunos de forma colaborativa durante a aprendizagem de modelagem de sistemas. Para tanto, desenvolveu-se um ferramental para a condução da técnica de aprendizagem colaborativa de Revisão por Pares. Este ferramental trata-se da Arquitetura Pedagógica RP-UML para o ensino de modelagem de sistemas, que utiliza a ferramenta Model2Review como suporte tecnológico. Com a participação dos alunos durante a técnica de Revisão por Pares com a ferramenta Model2Review é possível estimular habilidades de trabalho em grupo como crítica e autocrítica nos alunos, contribuindo para ensino-aprendizagem. Além do mais, como a ferramenta promove a interação dos alunos extra-classe, de forma remota, otimizando o tempo do professor para utilizar o horário da disciplina para outras atividades. Desta forma, é possível favorecer ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas.

7.2 Artigos Publicados

Com os resultados adquiridos na primeira fase (Pesquisa Exploratória) e segunda fase (Concepção da Tecnologia) da metodologia tornou-se possível conceber duas publicações de artigos relacionados a esta pesquisa e contribuir na pesquisa de uma aluna de Doutorado em Informática:

- COSTA, R. et al. Revisão por pares na aprendizagem de modelagem de sistemas: concepção de uma ferramenta de suporte. In: SBIE 2019 - Trilha 5 (). [s.n.], 2019
- COSTA, R.; CASTRO, A.; GADELHA, B. Aprendizagem de modelagem de sistemas com uml: Concepção de uma arquitetura pedagógica. In: CBIE 2019 - WAPSEDI (). [s.n.], 2019
- CHOURIO, P. et al. Most common errors in software modeling using uml. In: ACM. Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering. [S.l.], 2019. p.244–253

Além dos artigos publicados, têm-se dois artigos já aceitos e em processo de publicação referente à terceira fase da metodologia (Avaliação).

- COSTA, R.; CASTRO, A.; GADELHA, B. Apoiando a revisão por pares no ensino remoto de modelagem de software. In: EduComp 2021 - Trilha 4: Recursos e Ambientes Educacionais. Jataí, Goiás: [s.n.], 2021.
- COSTA, R.; CASTRO, A.; GADELHA, B. Perspectivas da colaboração no ensino remoto de modelagem de software: Um relato de experiência. In: SBSC 2021 (). [s.n.],2021.

7.3 Contribuições da Pesquisa

As contribuições desta pesquisa estão classificadas acerca dos objetivos específicos definidos, a saber:

- Acerca do primeiro objetivo: “Analisar a aplicação da técnica de Revisão por Pares durante o processo de ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com UML” pode-se listar as seguintes contribuições:
 - Observou-se a verificabilidade da técnica de Revisão por Pares para o ensino de modelagem de software, promovendo a interação dos alunos durante ensino-aprendizagem em contextos de ensino presenciais e não-presenciais;
 - Possibilitou-se o desenvolvimento de habilidades de crítica e autocrítica por meio do engajamento dos alunos durante atividades realizadas em grupos;
 - Conduziu-se estudos que contemplaram a elicitacão de requisitos para uma ferramenta mediadora da Revisão por Pares e a concepção de uma Arquitetura Pedagógica para estes contextos de ensino.
- Acerca do segundo objetivo: “Desenvolver uma Arquitetura Pedagógica para ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com diagramas UML” pode-se listar as seguintes contribuições:
 - Relatou-se a observação das formas de abordagem de aprendizagem colaborativa nos contextos de ensino presencial e remoto acerca da modelagem de software, mensurando dificuldades e facilidades em cada forma de abordagem;
 - Definiu-se elementos da RP-UML para auxiliar o professor durante a utilização e condução da aprendizagem colaborativa em turmas de Engenharia de Software;
 - Concebeu-se a Ferramenta Model2Review para mediação da Revisão por Pares, possibilitando o cadastro de formulários de avaliação, o controle dos alunos enquanto autores e revisores dos diagramas e a interação deles por meio da ferramenta online de revisão, preservando a anonimidade dos mesmos durante a dinâmica;

- Estimulou-se a abordagem com pedagogia relacional nas disciplinas de Engenharia de Software por meio da aprendizagem colaborativa proposta na RP-UML.
- Acerca do terceiro objetivo: “Verificar a Arquitetura Pedagógica durante ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas com diagramas UML” pode-se listar as seguintes contribuições:
 - Realizou-se uma prova de conceito sobre a arquitetura com a disciplina, por meio das instâncias da RP-UML contidas na ferramenta Model2Review;
 - Permitiu-se que alunos e professores atuassem como mediadores do conhecimento, não restringindo a mediação do conhecimento apenas aos professores e facilitando o *feedback* dos alunos em relação aos seus modelos com a Revisão por Pares;
 - Utilizou-se a Revisão por Pares como metodologia de aprendizagem, possibilitando aos alunos, com a RP-UML, que estes melhorassem seus modelos durante as versões de seus modelos UML;
 - Auxiliou-se o professor durante a mediação da técnica de Revisão por Pares, com a RP-UML, em contexto de ensino remoto que vinha sendo desafiador durante a pandemia instaurada pelo novo coronavírus;
 - Verificou-se que a RP-UML é mais abrangente em relação ao contexto de computação, podendo ser utilizada em modelos de banco de dados, programação (trecho de código em imagem) e textos.

7.4 Perspectivas Futuras

Com o propósito de estender e aprimorar os resultados desta pesquisa, outras perspectivas de trabalhos são sugeridas, a saber:

- Perspectivas da RP-UML:
 - Adequar a RP-UML para outro contexto da computação, pois esta foi elaborada para o ensino de modelagem de sistemas com UML. No entanto, ela pode ser foco de estudo para a condução da Revisão por Pares em outros contextos como revisão de modelos de banco de dados, programação e outros;
 - Verificar a adaptação desta RP-UML em relação a outra técnica de aprendizagem colaborativa, mensurando a efetividade da técnica durante ensino-aprendizagem de modelagem e verificando como estimular outras habilidades nos alunos durante as atividades;

- Utilizar a RP-UML na indústria para fomentar o desenvolvimento de habilidades de trabalho em grupo, em ambientes com profissionais competitivos para que estes aprendam a criticar e serem criticados, cooperar e colaborar;
 - Investigar diferentes estratégias para atribuição das revisões durante a dinâmica. Por exemplo, utilizando dois (2) revisores por modelo. Assim, o aluno terá percepções de dois outros colegas e emitirá *feedback* acerca de dois outros modelos.
- Perspectivas da Model2Review:
 - Possibilitar que as avaliações ocorram por meio de notas durante as fases da Revisão por Pares;
 - Realizar uma avaliação de usabilidade da ferramenta para que a mesma promova melhor experiência aos alunos de modelagem de sistemas;
 - Adaptar a tela de edição dos diagramas para permitir melhor zoom durante a revisão.

Referências

- ALCÂNTARA, P. T. R. de; CANEDO, E. D.; COSTA, R. P. da. Gestão de pessoas em desenvolvimento ágil de software. In: SBC. *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*. [S.l.], 2018. p. 383–374. Citado na página 24.
- ALENCAR, M. A. d. S.; NETTO, J. F. Melhorando a colaboração em um ambiente virtual de aprendizagem usando um agente pedagógico animado 3d. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 1417. Citado na página 35.
- ALMEIDA, L. M. B. d. et al. Levantamento dos requisitos de uma ferramenta computacional de apoio à sala de aula invertida. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018. Citado na página 27.
- ALVES, G. M. d. S. et al. Usando técnicas de aprendizagem colaborativa para incentivar o ensino-aprendizagem de programação entre as alunas de cursos de computação. In: SBC. *Anais do XI Women in Information Technology*. [S.l.], 2017. Citado na página 27.
- ARAGÓN, R. Interação e mediação no contexto das arquiteturas pedagógicas para a aprendizagem em rede. *Revista de Educação Pública*, v. 25, n. 59/1, p. 261–275, 2016. Citado na página 33.
- ARESTA, M.; MOREIRA, A.; PEDRO, L. Comunicação e colaboração em contexto educativo: o trabalho colaborativo no mestrado em multimídia em educação. In: *Conferência Internacional de TIC na Educação*. [S.l.: s.n.], 2009. v. 6. Citado na página 26.
- BAHIA, C.; GADELHA, B. Cd2sys: Um framework para a aprendizagem experiencial de modelagem de sistemas com uml. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2018. v. 29, n. 1, p. 408. Citado na página 36.
- BARKLEY, E. F.; CROSS, K. P.; MAJOR, C. H. *Collaborative learning techniques: A handbook for college faculty*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 62.
- BATTISTELLA, P. E.; WANGENHEIM, C. G. von. Engaged: Um processo de desenvolvimento de jogos para ensinar computação. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 380. Citado na página 11.
- BECKER, F. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *Educação e realidade*, v. 19, n. 1, p. 89–96, 1994. Citado 4 vezes nas páginas 31, 40, 48 e 50.
- BECKMANN, M. et al. Removal of redundant elements within uml activity diagrams. In: IEEE. *2017 ACM/IEEE 20th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS)*. [S.l.], 2017. p. 334–343. Citado na página 23.

- BERGER, G. A investigação em educação: modelos sócio-epistemológicos e inserção institucional. *Revista de Psicologia e de Ciências da Educação*, v. 3, n. 4, p. 23–36, 1992. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 51.
- BEZERRA, E. *Princípios de Análise e Projeto de Sistema com UML*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2016. v. 3. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 23.
- BONA, A. S. D.; BASSO, M. V. de A.; FAGUNDES, L. da C. A cooperação e/ou a colaboração no espaço de aprendizagem digital da matemática. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 9, n. 2, 2011. Citado na página 26.
- CAMARGO, L. S.; BECKER, M. L. R. O percurso do conceito de cooperação na epistemologia genética. *Educação & Realidade*, SciELO Brasil, v. 37, n. 2, p. 527–549, 2012. Citado na página 51.
- CARNEIRO, L. de A. et al. Um estudo sobre ferramentas de aprendizagem colaborativa. *Humanidades & Inovação*, v. 7, n. 9, p. 203–213, 2020. Citado na página 27.
- CARVALHO, M. J. S.; NEVADO, R. A. de; MENEZES, C. S. de. Arquiteturas pedagógicas para educação à distância: concepções e suporte telemático. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2005. v. 1, n. 1, p. 351–360. Citado na página 33.
- CASTRO, L. et al. Um sistema de recomendação de técnicas de aprendizagem colaborativa. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 260. Citado na página 28.
- CAVALCANTE, L. E. Competência, aprendizagem colaborativa e metodologias ativas no ensino superior. *Revista Folha de Rostov*, v. 4, n. 1, p. 57–65, 2018. Citado na página 26.
- CHAGAS, L. B. da C.; OLIVEIRA, M. G. de; TAVARES, O. de L. App-uma arquitetura pedagógica para aprendizagem de programação de computadores. *Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação*, v. 1, n. 5, 2016. Citado na página 35.
- CHOURIO, P. et al. Most common errors in software modeling using uml. In: *ACM. Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering*. [S.l.], 2019. p. 244–253. Citado 3 vezes nas páginas 12, 27 e 71.
- COSENTINO, V.; GÉRARD, S.; SAGRERA, J. C. A model-based approach to gamify the learning of modeling. In: *CEUR Workshop Proceedings*. [S.l.: s.n.], 2017. Citado na página 12.
- COSTA, E. C. da. A importância da engenharia de requisitos no processo de desenvolvimento de sistemas de informação. *Revista Interface Tecnológica*, v. 15, n. 1, p. 203–214, 2018. Citado na página 11.
- COSTA, Í. et al. Activities in space: Design e avaliação de um jogo sério para o ensino de modelagem de diagrama de atividades. *SBC-Proceedings of SBGames*, 2019. Citado na página 36.

- COSTA, R. et al. Revisão por pares na aprendizagem de modelagem de sistemas: concepção de uma ferramenta de suporte. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 30, n. 1, p. 1975. Citado na página 27.
- COSTA, R. et al. Revisão por pares na aprendizagem de modelagem de sistemas: concepção de uma ferramenta de suporte. In: *SBIE 2019 - Trilha 5 ()*. [s.n.], 2019. Disponível em: <<http://XXXXX/197420.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 57 e 80.
- DIAS, M. V. F. A.; SCHMITZ, E. A.; LIMA, P. M. Um método para geração de casos de teste a partir da validação de modelos uml/ocl utilizando satisfatibilidade. In: SBC. *Anais da V Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro*. [S.l.], 2018. p. 62–69. Citado na página 23.
- DITTMAR, A.; BUCHHOLZ, G.; KÜHN, M. Effects of facilitation on collaborative modeling sessions with a multi-touch uml editor. In: IEEE. *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET)*. [S.l.], 2017. p. 97–106. Citado na página 13.
- ESPERANDIM, R. J. *Céos: sistema mobile para aprendizagem colaborativa*. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. Citado na página 27.
- ESTÁCIO, B. J. da S. Uma avaliação empírica sobre a aprendizagem colaborativa em coding dojo randori no contexto de desenvolvimento de software. *Tese de Doutorado*. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2017. Citado na página 12.
- FERREIRA, E. D.; MOREIRA, F. K. Metodologias ativas de aprendizagem: relatos de experiências no uso do peer instruction. *XVII Colóquio Internacional de Gestão Universitária*, 2017. Citado na página 29.
- FILIPPO, D. Pesquisa-ação em sistemas colaborativos. *Sistemas Colaborativos (capítulo 26)*. Rio de Janeiro: SBC/Elsevier. Retrieved from https://www.dropbox.com/sh/ftcq79y2aqq16u4/_sFxQwE8iO, 2011. Citado na página 15.
- FOWLER, M. *UML Essencial: um breve guia para linguagem padrão*. [S.l.]: Bookman editora, 2014. Citado na página 11.
- FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. [S.l.]: Rio de Janeiro - Editora Paz e Terra, 1999. Citado na página 33.
- FREIRE, P. *Pedagogia da libertação em Paulo Freire*. [S.l.]: Editora Paz e Terra, 2018. Citado na página 34.
- FRISON, L. M. B. Monitoria: uma modalidade de ensino que potencializa a aprendizagem colaborativa e autorregulada. *Pro-Posições*, v. 27, n. 1, p. 133–153, 2016. Citado na página 26.
- FURTADO, E. et al. Auxílio à solução de problemas no processo de ensino através de cenários e do contador de estórias. In: *Proceedings of SBIE*. [S.l.: s.n.], 2000. Citado na página 33.
- GAMBOA, S. S. *Pesquisa em educação: métodos e epistemologias*. [S.l.]: Argos, 2007. Citado na página 50.

- GAROUSI, V. et al. Aligning software engineering education with industrial needs: A meta-analysis. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 156, p. 65–83, 2019. Citado na página 37.
- GONZÁLEZ-MORALES, D.; ANTONIO, L. M. M. D.; GARCÍA, J. L. R. Teaching “soft” skills in software engineering. In: IEEE. *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. [S.l.], 2011. p. 630–637. Citado na página 12.
- GUEDES, G. T. Uml: uma abordagem prática. são paulo: Novatec, 2006. 319 p. 2006. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 25.
- GUEDES, G. T. *UML 2-Uma abordagem prática*. [S.l.]: Novatec Editora, 2018. Citado na página 22.
- HERNÁNDEZ-SELLÉS, N.; MUÑOZ-CARRIL, P.-C.; GONZÁLEZ-SANMAMED, M. Computer-supported collaborative learning: An analysis of the relationship between interaction, emotional support and online collaborative tools. *Computers & Education*, Elsevier, v. 138, p. 1–12, 2019. Citado na página 27.
- HUANG, Y. Research on college english teaching model assisted by computer software. In: IEEE. *2020 International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things Engineering (ICBAIE)*. [S.l.], 2020. p. 459–460. Citado na página 13.
- JÓFILI, Z. Piaget, vygotsky, freire e a construção do conhecimento na escola. *Educação: teorias e práticas*, v. 2, n. 2, p. 191–208, 2002. Citado na página 51.
- JOUVENET, L. P.; CARVALHO, J. C. de P. O horizonte político das pedagogias não diretivas. *Revista da Faculdade de Educação*, v. 11, n. 1-2, p. 277–310, 1985. Citado na página 31.
- JÚNIOR, B. H. P. et al. Desenvolvimento de um software para suporte à avaliação fisioterápica baseado na classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, v. 11, n. 4, 2017. Citado na página 11.
- KALINOWSKI, M. Introdução à inspeção de software. *Revista Engenharia de Software: Qualidade de software*, v. 1, 2008. Citado na página 40.
- KERCKHOVE, D. d. A arquitetura da inteligência: interfaces do corpo, da mente e do mundo. *Arte e vida no século XXI-tecnologia, ciência e criatividade*, Edited by D. Domingues. São Paulo: Editora UNESP, p. 15–26, 2003. Citado na página 33.
- KOWALTOWSKI, D. C. *Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino*. [S.l.]: Oficina de textos, 2011. Citado na página 35.
- KRIPKA, R.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Pesquisa documental: considerações sobre conceitos e características na pesquisa qualitativa. *CIAIQ2015*, v. 2, 2015. Citado na página 17.
- LAITENBERGER, O. et al. An experimental comparison of reading techniques for defect detection in uml design documents. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 53, n. 2, p. 183–204, 2000. Citado na página 40.

- LARMAN, C. *Utilizando UML e padrões*. [S.l.]: Bookman Editora, 2000. Citado na página [22](#).
- LAROZA, J.; SEABRA, R. Rea-uml: Recurso educacional aberto para ensino da uml. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 11. Citado na página [12](#).
- LEUNG, F.; BOLLOJU, N. Analyzing the quality of domain models developed by novice systems analysts. In: IEEE. *Proceedings of the 38th annual Hawaii international conference on system sciences*. [S.l.], 2005. p. 188b–188b. Citado na página [40](#).
- LIMA, V. V. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação, SciELO Public Health*, v. 21, p. 421–434, 2016. Citado na página [17](#).
- LOBO, E. J. *Guia prático de engenharia de software*. [S.l.]: Universo dos Livros Editora, 2009. Citado na página [22](#).
- MA, Z. An approach to improve the quality of object-oriented models from novice modelers through project practice. *Frontiers of Computer Science*, Springer, v. 11, n. 3, p. 485–498, 2017. Citado 2 vezes nas páginas [11](#) e [14](#).
- MACEDO, P. C. de; CATINI, R. de C.; NETO, C. C. Sistemas críticos, um guia para elicitación de requisitos de software. *UNIVERSITAS*, n. 16, 2016. Citado 2 vezes nas páginas [13](#) e [14](#).
- MARQUES, G. et al. Ambiente para aprendizagem de programação fundamentado em arquiteturas pedagógicas. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 1275. Citado na página [35](#).
- MEIRELES, M. C.; BONIFÁCIO, B. Uso de métodos ágeis e aprendizagem baseada em problema no ensino de engenharia de software: Um relato de experiência. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 180. Citado na página [12](#).
- MEIRINHOS, M. Desenvolvimento profissional docente em ambientes colaborativos de aprendizagem a distância: estudo de caso no âmbito da formação contínua. *Tese de Doutorado*. Universidade do Minho, 2007. Citado na página [25](#).
- MENEZES, C. S. de et al. Arquiteturas pedagógicas para a aprendizagem em rede no contexto do seminário integrador. *RENOTE*, v. 11, n. 2, 2013. Citado 3 vezes nas páginas [34](#), [51](#) e [54](#).
- MINAYO, M. C. d. S.; COSTA, A. P. Fundamentos teóricos das técnicas de investigação qualitativa. Edições Universitárias Lusófonas, 2018. Citado na página [58](#).
- NASCIMENTO, E. d. S. Um modelo sobre as dificuldades para modelar casos de uso. In: *Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas*. [S.l.: s.n.], 2017. Citado na página [13](#).
- NETO, C.; BARRETO, L. S. M.; AFECHE, S. C. A formação social da mente vygotski, ls 153.65-v631 psicologia e pedagogia o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. *Psicologia*, v. 153, p. V631, 1998. Citado na página [26](#).

- OLIVEIRA, E. A. *i-collaboration: Um modelo de colaboração inteligente personalizada para ambientes de EAD*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2008. Citado na página 27.
- OLIVEIRA, L. J. D. G. de. O modelo pedagógico relacional no ensino de ciências por investigação. *Simpósio Tecnologias e Educação a Distância no Ensino Superior*, v. 1, n. 1, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 41.
- PEIXOTO, A. G. O uso de metodologias ativas como ferramenta de potencialização da aprendizagem de diagramas de caso de uso. *Outras Palavras*, v. 12, n. 2, 2016. Citado na página 26.
- PETRI, G.; WANGENHEIM, C. G. von; BORGATTO, A. F. Evolução de um modelo de avaliação de jogos para o ensino de computação. In: SBC. *25^o Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2017)*. [S.l.], 2017. v. 25, n. 1/2017. Citado na página 46.
- PINTO, S. S.; SILVA, M. M. P. d.; SILVA, J. A. d. Modelo pedagógico relacional na educação estatística. *Repositório Institucional da Universidade Federal do Rio Grande*, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 41.
- PLEON. *UML - Diagrama de Classes*. 2020. Disponível em: <<https://plleon.wordpress.com/2009/02/14/uml-diagrama-de-classes/>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 24.
- PORTELA, C.; VASCONCELOS, A.; OLIVEIRA, S. R. B. Um modelo iterativo para o ensino de engenharia de software baseado em abordagens focadas no aluno. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 304. Citado na página 36.
- POW-SANG, J. La especificación de requisitos con casos de uso: buenas y malas prácticas. In: *II Simposio Internacional de Sistemas de Información e Ingeniería de Software en la Sociedad del Conocimiento-SISOFT*. Retrieved from. [S.l.: s.n.], 2003. Citado na página 40.
- PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8^a Edição*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2016. Citado na página 12.
- PRETI, O. Bases epistemológicas e teorias em construção na educação a distância. *Cuiabá, NEAD/UFMT*, 2002. Citado na página 50.
- QUARTO, C. C. et al. Hermes: Um sistema de apoio à formação de grupos em ambientes de aprendizagem colaborativa. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 28, n. 1, p. 1697. Citado na página 27.
- RABELO, D. S. de S. et al. Desenvolvimento de sistemas computacionais utilizando aprendizagem baseada em problemas. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2018. v. 29, n. 1, p. 188. Citado na página 60.
- REIS, R. et al. Relato de experiência sobre o uso da computação desplugada associada a uma teoria de aprendizagem colaborativa. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2018. v. 24, n. 1, p. 166. Citado na página 27.

- RIVERA, L. F. Z.; LARRONDO-PETRIE, M. M. Models of remote laboratories and collaborative roles for learning environments. In: IEEE. *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*. [S.l.], 2016. p. 423–429. Citado na página 12.
- RIVERO, J. M. et al. Mockup-driven development: providing agile support for model-driven web engineering. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 56, n. 6, p. 670–687, 2014. Citado na página 60.
- SALOMÃO, D.; SILVA, M. L. d. Um estudo de caso utilizando framework scrum com artefatos uml para apoio ao desenvolvimento de software. *Sistemas de Informação-Florianópolis*, 2016. Citado na página 11.
- SAMÁ, S.; PORCIÚNCULA, M. Percepção dos estudantes em relação ao ensino de estatística fundamentado no modelo pedagógico relacional. *Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional*, v. 10, n. 1, 2017. Citado na página 32.
- SANTO, D. do E.; MENEZES, C. de. Um ambiente para autoria e realização de aventuras pedagógicas digitais. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 5, n. 1, p. 588. Citado na página 36.
- SCHNEIDER, D. Planeta rooda: desenvolvendo arquiteturas pedagógicas para educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental. *Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, 2007. Citado na página 35.
- SHEN, Z.; TAN, S.; SIAU, K. Use of mental models and cognitive maps to understand students' learning challenges. *Journal of Education for Business*, Taylor & Francis, v. 94, n. 5, p. 281–289, 2019. Citado na página 12.
- SIEN, V. Y. An investigation of difficulties experienced by students developing unified modelling language (uml) class and sequence diagrams. *Computer Science Education*, Taylor & Francis, v. 21, n. 4, p. 317–342, 2011. Citado na página 40.
- SILVA, C. N. N. da; MUELLER, S. P. M. A dimensão formativa da revisão por pares em diferentes áreas do conhecimento. *Educação & Formação*, v. 2, n. 6, p. 101–122, 2017. Citado na página 30.
- SILVA, J. C. E. d. *Investigação do ensino de engenharia de requisitos na perspectiva da academia e da indústria: um enfoque em documentação de requisitos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018. Citado na página 11.
- SILVA, R. O. da; MARTINS, B. R.; DINIZ, W. G. A complexibilidade da uml e seus diagramas. *Tecnologias em Projeção*, v. 8, n. 1, p. 86–99, 2017. Citado na página 23.
- SILVA, V.; SILVA, L. L. da; FRANÇA, R. Pensamento computacional na formação de professores: experiências e desafios encontrados no ensino da computação em escolas públicas. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2017. v. 23, n. 1, p. 805. Citado na página 46.
- SILVA, W. et al. What are the differences between group and individual modeling when learning uml? In: ACM. *Proceedings of the XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering*. [S.l.], 2018. p. 308–317. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 42.

- SILVA, W.; STEINMACHER, I.; CONTE, T. Apoiando o ensino de diagrama de atividades através de um jogo educacional. In: SBC. *Anais do XXV Workshop sobre Educação em Computação*. [S.l.], 2017. Citado na página 36.
- SILVA, W.; STEINMACHER, I.; CONTE, T. *Mapeamento Sistemático da Literatura sobre as dificuldades relacionadas ao Ensino de Diagramas da UML*. 2017. Disponível em: <<http://uses.icomp.ufam.edu.br>>. Citado na página 37.
- SILVERMAN, D. *Qualitative research*. [S.l.]: Sage, 2016. Citado na página 15.
- SOARES, K. M.; LIMA, R. da S.; SCHMITT, M. A. R. Projeto piloto de formação no ambiente virtual de aprendizagem moodle didático ifrs: conhecendo os objetos de aprendizagem. # Tear: *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, 2018. Citado na página 31.
- SOBRINHO, H. et al. Organizando o conhecimento sobre técnicas de aprendizagem colaborativas. *Nuevas Ideas em Informática Educativa*, v. 12, p. 152–156, 2016. Citado na página 28.
- STAHL, G.; KOSCHMANN, T. D.; SUTHERS, D. D. *Computer-supported collaborative learning*. [S.l.]: Series F: Computer and Systems Sciences, Vol. 128, 2006. Citado na página 26.
- TALEXEY. *Distance Interactions*. 2020. Disponível em: <<https://www.freepik.com/>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 28.
- TANAKA, S. A. et al. Estudo de ferramentas de modelagem em relação à uml 2.0. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, v. 23, n. 45, p. 122–132, 2018. Citado na página 11.
- TELES, V. M. *Extreme Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade*. [S.l.]: Novatec Editora, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 40.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e pesquisa*, SciELO Brasil, v. 31, n. 3, p. 443–466, 2005. Citado na página 15.
- VALENTE, W. R. Que matemática ensinar às crianças? o programa mínimo em tempos das pedagogias não diretivas. *Educação em Revista (UFMG)*, 2016. Citado na página 31.
- VIEIRA, A. M. C. D. A. et al. Aplicação de técnicas de engenharia de software no desenvolvimento de um sistema para análise de matrizes químicas por meio de imagem digital. Universidade Federal do Amazonas, 2015. Citado na página 22.
- YIN, R. K. *The case study anthology*. [S.l.]: Sage, 2004. Citado na página 16.
- YIN, R. K. *Estudo de Caso-: Planejamento e métodos*. [S.l.]: Bookman editora, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 71.