

**NÍVEL DE MESTRADO PPGCEM  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
MATEMÁTICA  
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**UMA PROPOSTA DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO POR PARES EM  
MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**SIBELI MALLMANN PACHECO**

**CASCAVEL - PR  
2020**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGECEM  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
MATEMÁTICA  
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**UMA PROPOSTA DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO POR PARES EM  
MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**SIBELI MALLMANN PACHECO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – *Campus* de Cascavel, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Emanuel Klüber.

**CASCADEL – PR  
2020**

## Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Pacheco, Sibeli Mallmann

UMA PROPOSTA DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO POR PARES EM  
MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA / Sibeli  
Mallmann Pacheco; orientador(a), Tiago Emanuel Klüber,  
2020.

103 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste  
do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e  
Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação em  
Ciências e Educação Matemática, 2020.

1. Modelagem Matemática. 2. Autoavaliação. 3. Avaliação  
por pares. 4. PSA. I. Klüber, Tiago Emanuel . II. Título.

FOLHA DE ASSINATURA  
DOS MEMBROS DA BANCA DE QUALIFICAÇÃO

SIBELI MALLMANN PACHECO

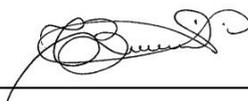
**UMA PROPOSTA DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO POR PARES EM  
MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – Nível de Mestrado e Doutorado, área de Concentração Educação em Ciências e Educação Matemática, linha de pesquisa Educação Matemática, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.



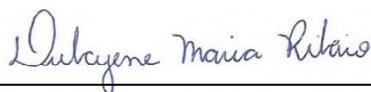
---

Prof.º Dr. Tiago Emanuel Klüber  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE/PPGECM)  
Orientador



---

Prof.º Dr. Clodis Boscaroli  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE/PPGECM)  
Membro Permanente do Programa



---

Prof.ª Dra. Dulcyene Maria Ribeiro  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)  
Membro Colaborador do Programa



---

Prof.ª Dra. Karina Alessandra Pessôa da Silva  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Membro Convidado

Cascavel, 06 de agosto 2020.

## DEDICATÓRIA

"O ato de avaliar, devido a estar a serviço da obtenção do melhor resultado possível, antes de tudo, implica a disposição de acolher a realidade como ela é" (LUCKESI, 2005).

## AGRADECIMENTOS

É o momento de agradecer!

Foram tantas as pessoas que passaram por nossa vida nesse período de estudos árduos e que de certa forma colaboram direta ou indiretamente na nossa trajetória de estudos durante o mestrado. E a algumas destas pessoas, em especial, que dedico algumas palavras.

Agradeço a Deus, pois acredito que essa força divina orienta a minha caminhada e as minhas escolhas.

Agradeço a Rainha das 7 Encruzilhadas, entidade de muita luz que me acolheu e sempre com a mensagem necessária me direciona, com sua energia e potência foi tornando possível alcançar meus objetivos, mesmo nos momentos mais conturbados, com ela, consegui me redirecionar e organizar.

Agradeço ao meu filho Joaquim, pela paciência nas inúmeras vezes em que não pude estar presente como gostaria. Pelos inúmeros beijos e abraços que recebi quando estava sozinha estudando e ele chegava todo carinhoso. Momentos estes, que certamente me fortaleceram para que continuasse essa caminhada. Amo-te eternamente Minha Vida.

Agradeço ao meu amor Alexandre, pela sabedoria, incentivo e carinho de sempre. Nas inúmeras vezes que estava desanimando, você, com suas palavras me incentivava e acreditava em mim. Obrigada pela atenção com nosso filho nos momentos que não conseguia estar presente e por tolerar alguns momentos de nervosismos, te amo.

Agradeço à minha família, pelo incentivo e por compreender as minhas ausências, principalmente na reta final do mestrado. E, em especial à minha mãezinha Eneide, que é um ser iluminado, sempre com palavras de incentivo e bom humor, acreditando em mim nos momentos que nem eu acreditava mais.

Agradeço ao orientador, professor Dr. Tiago Emanuel Klüber, por acreditar em mim, por toda a dedicação, pela paciência, pelas conversas esclarecedoras, pelos ensinamentos e pela amizade. Palavras não são suficientes para agradecer, sobretudo, em momentos difíceis, nos quais eu parecia não ter para onde correr.

Agradeço a minha amiga do coração e professora, que Deus colocou no meu caminho, Gabriele Lins Mutti, a Gabi, que desde o início foi minha inspiração. Pelas várias leituras, sugestões e contribuições durante todo o processo da pesquisa, até

mesmo nos momentos em que não tinha tempo livre, sempre arrumava um jeitinho. Você sabe que sua amizade foi indispensável para que eu chegasse até aqui, Muito obrigada minha amiga.

Agradeço aos professores do grupo de Formação Continuada de Professores em Modelagem Matemática, de Foz do Iguaçu, pelo acolhimento e por todas as contribuições. Elas foram de suma importância para a realização desta pesquisa, sem vocês esse trabalho não teria se concretizado, e, em especial à minha amiga querida, professora Cristiane Matioli, a Cris, pelas suas palavras amigas e confortantes nos momentos difíceis e de desabafos. A disponibilidade de ajudar sempre que precisei. Muito obrigada amiga.

Agradeço aos professores Silvio Rogério Martins e Lucimara Aparecida dos Santos, pelo companheirismo e pelas ajudas prestadas.

Agradeço à minha amiga Janaina Almeida, que me incentivou e orientou a iniciar essa caminhada do Mestrado.

Agradeço à minha colega de quarto, que se tornou uma grande amiga, Lisiane Cristina Amplatz, pelas conversas, discussões, risadas e sempre com muito companheirismo. Te adoro amiga!

Agradeço aos membros da banca, a professora Karina Alessandra Pessôa da Silva, professor Clodis Boscaroli e a professora Dulcyene Maria Ribeiro pelas leituras, contribuições e sugestões, as quais foram essenciais para a lapidação dessa pesquisa.

Agradeço aos colegas do Grupo de Pesquisa pelos momentos de reflexão e diálogos.

Agradeço à professora Rosane Fronza por ter realizado a revisão do texto.

Aos colegas, professores e coordenação do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* Cascavel.

PACHECO, S. M. **Uma Proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares em Modelagem na Educação Matemática**. Ano 2020. 103 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2020.

## RESUMO

As discussões sobre avaliação na Educação Matemática têm sido cada vez mais recorrentes, as quais perpassam inúmeras abordagens à luz dos apontamentos ou modos de ensinar e aprender matemática, como a Modelagem Matemática. Contudo, ainda são poucas as pesquisas que lançaram luzes sobre modos de avaliar os estudantes em atividades de Modelagem Matemática, o que torna imperativo desenvolver investigações subsidiadas pelo olhar de professores familiarizados com assunto. Diante dessa lacuna da área e do interesse particular de compreender a avaliação no âmbito da Modelagem, chegou-se à síntese daquilo que se busca por meio da interrogação de pesquisa: O que se mostra de uma proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares - PSA - para professores familiarizados com a Modelagem Matemática? Orientados por esta interrogação, assumimos a pesquisa qualitativa sob uma perspectiva fenomenológica, ouvindo professores familiarizados com a Modelagem, e interpretando o sentido do que mostrou, quando se utilizaram uma proposta avaliativa (ficha) fundamentada nos princípios PSA. Para tanto, consideraremos fichas produzidas para a pesquisa a partir dos depoimentos dos professores sobre a sua experiência com essa proposta - com as respectivas devolutivas com opiniões, sugestões e gravações de áudio, como forma de ajudar a compreender o que se revela do método de avaliação PSA na Modelagem Matemática, segundo a perspectiva desses sujeitos. Procedemos segundo a perspectiva fenomenológica, destacando unidades de significado e buscando convergência dos sentidos entre elas, tendo como instrumento facilitador da análise software de análise qualitativa, Atlas.ti. A pesquisa culminou em duas categorias abertas: 1) Uma Concepção de Avaliação e 2) Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação. As interpretações das categorias abertas evidenciaram o potencial da proposta, uma vez que ela se alinha ao que concebem e desenvolvem de Modelagem. Esclarecem, ainda, aspectos frágeis no tocante às ações pessoais e dos estudantes, no gerenciamento da tarefa e das questões éticas que decorrem da mudança da avaliação.

**Palavras-Chave:** Modelagem Matemática; PSA; Avaliação; Avaliação por Pares; Autoavaliação.

PACHECO, S. M. **A Proposal for Self-Assessment and Peer Review in Modeling in Mathematics Education**. Year 2020. 103 pages. Dissertation (Master's Degree Program in Science Education and Mathematical Education) - Graduate Program in Science Education and Mathematical Education, Western Paraná State University - UNIOESTE, Cascavel, 2020.

## **ABSTRACT**

Discussions about evaluation in Mathematics Education have been increasingly recurrent, and permeate numerous approaches or ways of teaching and learning mathematics, such as Mathematical Modelling. However, there is still little research that shed light on ways of evaluating students in Mathematical Modelling tasks, which makes it imperative to develop investigations supported by the view of teachers familiar with the subject. In view of this gap in the area and the particular interest in understanding evaluation within the scope of Modelling, a synthesis of what is sought through the research question has been reached: What is shown by a proposal for Self-Assessment and Peer Review - PSA - for teachers familiar with Mathematical Modelling? Guided by this question, we assumed qualitative research from a phenomenological perspective, listening to teachers familiar with Modelling, and interpreting the meaning of what was shown, when using an evaluation proposal (form) based on the principles of Self-Assessment and Peer Review - PSA . To this end, we will consider forms produced for the research based on the testimonies of teachers about their experience with this proposal - with their feedback with opinions, suggestions and audio recordings, as a way to help understand what is revealed from the PSA evaluation method in Mathematical Modelling, according to the perspective of these subjects. We proceed according to the phenomenological perspective, highlighting units of meaning and seeking convergence of the senses among them, using the qualitative analysis software, Atlas.ti, as a facilitator of the analysis. The research culminated in two open categories: 1) An Evaluation Conception and 2) Proposal as a Procedure and an Evaluation Instrument. The interpretations of the open categories showed the potential of the proposal, since it is in line with what is conceived and developed in Modelling. They also clarify fragile aspects regarding personal and student actions, in the task management and the ethical issues arising from the assessment change.

**Key words:** Mathematical Modelling; PSA; Evaluation; Peer Review; Self-Assessment.

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1</b> - Elementos da Avaliação Sistêmico-Crítica .....	50
<b>QUADRO 2</b> - Modelo de Planilha Eletrônica com as Unidades de Significado e seus Respectiveis Códigos nos Documentos Primários. ....	68
<b>QUADRO 3</b> - Categorias Abertas e os Códigos das Unidades de Significado .....	70
<b>QUADRO 4</b> - Exemplos de Unidades de Significado que Constituem a Categoria Aberta C1 - “Uma Concepção de Avaliação” .....	72
<b>QUADRO 5</b> - Exemplos de unidades de significado que constituem a categoria aberta C2 - “Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação” .....	74

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Exemplo de um documento primário e o destaque de unidades de significado .....	24
<b>FIGURA 2</b> – Ficha avaliativa proposta.....	61
<b>FIGURA 3</b> - Organograma – esquema gráfico da ficha avaliativa. ....	65
<b>FIGURA 4</b> - Análise da ficha em planilha eletrônica.....	100
<b>FIGURA 5</b> - Consolidação dos dados na planilha eletrônica .....	100

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

PCN -	Parâmetros Curriculares Nacionais
PSA -	Avaliação por Pares e Autoavaliação
CNMEM -	Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática
ICTMA -	Conferência Internacional sobre o Ensino de Modelagem Matemática e Aplicações
CVM -	Centro Virtual de Modelagem
CREMM -	Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino
BNCC -	Base Nacional Comum Curricular
PISA -	Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes
OCDE -	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
INEP -	Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
UNIOESTE –	Universidade Estadual do Oeste do Paraná
COVID-19 –	Coronavírus

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1 .....	18
<b>ABORDAGEM METODOLÓGICA .....</b>	<b>18</b>
1.1 SOBRE A POSTURA DE INVESTIGAÇÃO ASSUMIDA .....	20
1.2 SOBRE OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	21
CAPÍTULO 2.....	26
<b>MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....</b>	<b>26</b>
2.1 O SURGIMENTO DA MODELAGEM MATEMÁTICA .....	26
2.2 CONCEPÇÕES DA MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO .....	29
2.3 A MODELAGEM, A SALA DE AULA E A PRÁTICA PEDAGÓGICA DO PROFESSOR.....	32
CAPÍTULO 3.....	42
<b>O PROCESSO AVALIATIVO.....</b>	<b>42</b>
3.1 A AVALIAÇÃO NA MODELAGEM MATEMÁTICA .....	45
CAPÍTULO 4.....	51
<b>PSA – AVALIAÇÃO POR PARES E AUTOAVALIAÇÃO.....</b>	<b>51</b>
4.1 CONTRIBUIÇÕES DE PSA NO PROCESSO AVALIATIVO.....	53
4.2 CRITÉRIOS DE DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS DE AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO POR PARES .....	55
4.3 CONSTITUIÇÃO DE UMA FICHA AVALIATIVA PARA MODELAGEM MATEMÁTICA.....	59
CAPÍTULO 5.....	66
<b>DESCRIÇÕES E INTERPRETAÇÕES .....</b>	<b>66</b>
5.1 SOBRE A CONSTITUIÇÃO DAS UNIDADES DE SIGNIFICADO, CATEGORIAS ABERTAS, DESCRIÇÕES E INTERPRETAÇÕES .....	66
<b>5.1.1 C1: Uma concepção de avaliação.....</b>	<b>70</b>
<b>5.1.2 C2: Proposta como um procedimento e instrumento de avaliação ....</b>	<b>73</b>
5.2 METATEXTO: SÍNTESE COMPREENSIVA .....	75
CAPÍTULO 6.....	85
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>99</b>
TUTORIAL PARA OBTER A AVALIAÇÃO FINAL DO ESTUDANTE .....	99

## INTRODUÇÃO

Nas discussões que visam melhorar o desenvolvimento do ensino da Matemática na sala de aula, surgem, continuamente, questões práticas que podem ser discutidas no cotidiano escolar. Nesse contexto, a Modelagem Matemática, uma das tendências da Educação Matemática, tem sido alvo de debates desde a década de 1970, nos diferentes cenários da academia (OLIVEIRA; KATO, 2017), por apresentar aspectos que vêm ao encontro da realidade do estudante.

Devido a esse debate, existem diferentes modos pelos quais se compreende que a Modelagem possa ser trabalhada na escola. Esses modos explicitaram diferentes concepções dessa área do conhecimento da Educação Matemática. Estas concepções, o próprio trabalho com a Modelagem na escola e, esta, enquanto área de pesquisa, têm sido discutidos na comunidade da Educação Matemática de diferentes modos e articulada a distintos referenciais teóricos. A Modelagem Matemática também pode ser associada como perspectiva de ensino na tendência educacional didática e conceitual (BASSANEZI, 2002), dialogando, inclusive, com outras áreas do ensino, como a etnomatemática e a complexidade (KLÜBER, 2009, p. 232). Nesse perspectiva Biembengut e Hein (2000, p. 18) dizem que

[...] a modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente. [...] dada a oportunidade de estudar situações-problemas por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico.

Segundo Biembengut e Hein (2000), a Modelagem Matemática, para ser desenvolvida no âmbito da sala de aula, passa por processos/etapas previamente definidos, como: i) a escolha do tema; ii) a interação com o tema; iii) o planejamento do trabalho a ser desenvolvido pelos grupos; iv) o conteúdo matemático e, v) a validação e extensão dos trabalhos desenvolvidos. Nesse processo de aprendizagem, surgem avanços nas discussões a respeito do ensino por meio da Modelagem Matemática e conseqüentemente, nas pesquisas sobre avaliação em Modelagem, aspecto este que passaremos a discorrer daqui em diante.

Para os mesmos autores, o professor pode levar em conta aspectos subjetivos, como o da observação, avaliando o empenho do estudante quanto à

participação, assiduidade, cumprimento de tarefas e espírito comunitário (BIEMBENGUT; HEIN, 2000).

Figueiredo e Kato (2012) apontam que as limitações impostas pela escola e pelo próprio currículo escolar, muitas vezes obrigam o professor a apresentar um quadro avaliativo da aprendizagem de seus alunos durante suas aulas. Segundo as mesmas autoras, a falta de um instrumento avaliativo de qualidade sobre a aprendizagem dos alunos, que permita estar atento às estratégias de resolução elaboradas por eles e que seja harmônico com as características próprias da atividade de Modelagem Matemática, constitui-se em um dos principais fatores de dúvida ou receio do uso dessa tendência na sala de aula.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), documento que visava apresentar um referencial de qualidade para a Educação Brasileira no Ensino Fundamental, que esteve vigente desde 1997, consta que

A avaliação é considerada como elemento favorecedor da melhoria de qualidade da aprendizagem, deixando de funcionar como arma contra o aluno. É assumida como parte integrante e instrumento de autorregulação do processo de ensino e aprendizagem, para que os objetivos propostos sejam atingidos. A avaliação diz respeito não só ao aluno, mas também ao professor e ao próprio sistema escolar (BRASIL, 1997, p. 42).

Esses PCN também orientaram que a avaliação da aprendizagem “ocorra sistematicamente durante todo o processo de ensino e aprendizagem e não somente após o fechamento de etapas do trabalho, como é o habitual” (BRASIL, 1997, p. 55).

As maneiras de avaliar a aprendizagem do aluno, em atividades de Modelagem Matemática, ainda são pouco discutidas na literatura, do mesmo modo, poucos trabalhos tratam da avaliação da atividade de Modelagem Matemática em si, quanto a sua condução ou sucesso (FIGUEIREDO; KATO, 2012, p. 278).

Analisando pesquisas relacionadas, observamos que estas discutem sobre avaliação algumas como, Biembengut e Hein (2000), Velda e Burak (2016) e Luckesi (2018), porém, com abordagens avaliativas voltadas ao professor e não há abordagens que sejam diretamente compartilhadas com os estudantes. Refletindo de modo amplo sobre a atividade de Modelagem, nota-se que é compartilhada, logo, faz sentido compartilhar, também, a avaliação.

Sendo assim, longe de querer confirmar, faremos uma incursão do PSA – Autoavaliação e Avaliação por Pares, que interrogam a interrogação de pesquisa

sobre o que se mostra, pois, uma vez que os estudantes tenham que refletir sobre seus conhecimentos, seus pontos fortes e fraquezas, e compará-los com seus pares, eles aprendem a direcionar sua aprendizagem a partir desse *feedback*<sup>1</sup> e, desenvolvem a capacidade de monitorar e autorregular os próprios processos cognitivos.

Os benefícios do ambiente colaborativo, prática de PSA, pode se propagar para fora da sala de aula, onde os estudantes poderão discutir novos conceitos e assimilar novas ideias. Fazer com que os estudantes avaliem uns aos outros e a si mesmos encoraja-os a assumir responsabilidades e autonomia em sua aprendizagem (NOVEMBER, 2012 [tradução nossa]).

Nosso interesse em voltarmos especificamente para a avaliação na Modelagem Matemática advém do fato de atuarmos como professores da Educação Básica. Por estarmos inseridos no contexto de um grupo de pesquisa cujas discussões e investigações têm tomado esta como região de inquérito e, notadamente, por concordarmos com Figueiredo (2013) quando ela menciona que para que a Modelagem Matemática tenha êxito com a *aprendizagem significativa*<sup>2</sup> e seja avaliada pelo professor num processo subjetivo, é importante que este considere todas as ações desempenhadas pelos estudantes, observando as particularidades de cada atividade, de cada contexto e, principalmente, do objetivo que se almeja com a sua inserção na sala aula.

Diante dessa inquietação, que nos guia para a questão central desta pesquisa, e interessados em enxergar o que se revela dessa proposta de avaliação PSA a partir do olhar de professores familiarizados em Modelagem, interrogamos: *O que se mostra de uma proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares – PSA - para professores familiarizados com a Modelagem Matemática?* O sentido mais imediato de *familiarizado* é “[...] passar a ser íntimo de; ficar acostumado com” (HOUAISS, 2019), no dicionário filosófico “um conjunto de conceitos entre os quais se estabelecem relações diversas que não sejam redutíveis a um só conceito ou princípio” (ABBAGNANO, 2007, p. 427). Dessa forma, ao usar o termo familiarizado

---

<sup>1</sup> *Feedback* – informação que o emissor obtém da reação do receptor à sua mensagem, e que serve para avaliar os resultados da transmissão (HOUAISS, 2019)

<sup>2</sup> David Ausubel (1980) propôs a Teoria da Aprendizagem Significativa, na qual ressalta que a maior parte da aprendizagem acontece de forma receptiva e, desse modo, a humanidade tem-se valido para transmitir as informações ao longo das gerações. Uma de suas contribuições é marcar claramente a distinção entre aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica.

nos referimos àquele professor que estabelece relação na sua prática habitual com a Modelagem, que aproveita as “situações-problema” do dia a dia da sala de aula como pretexto para iniciar ou para fixar algum conteúdo retirado do livro didático e começar a atividade de Modelagem Matemática com seus estudantes, tornando-a corriqueira em suas aulas.

Essa primeira incursão sobre o termo familiarizado, que pode ser interpretado como experiente, é própria do movimento fenomenológico-hermenêutico de pesquisa, no qual visamos compreender a interrogação, esclarecendo-a e sendo conduzidos por ela (BICUDO; KLÜBER, 2013). Desse modo, entendemos que o caminho percorrido exigiu esforço, assim como ocorreu na formulação da interrogação, haja vista que trilhamos caminhos pouco percorridos por teóricos nas produções acadêmicas sobre o referido tema.

Uma vez expostos alguns aspectos que dizem da região de inquérito na qual nos encontramos, passamos a explicitar, de modo mais detido, a interrogação de pesquisa, avançando sobre a postura de investigação assumida, sobre os procedimentos metodológicos, as compreensões sobre Modelagem Matemática e sua Avaliação, conhecendo um pouco sobre o método PSA e suas possíveis articulações com a avaliação na Modelagem Matemática, para, enfim, dizer sobre a constituição e análise dos dados e, na sequência, versar sobre as descrições e as interpretações da pesquisa.

## CAPÍTULO 1

### ABORDAGEM METODOLÓGICA

Desde que iniciei<sup>3</sup> a pós-graduação *stricto sensu*, estava empenhada na busca de uma interrogação de pesquisa. Comecei, então, a participar do grupo de pesquisa que tem como um dos seus principais focos a formação de professores em Modelagem Matemática, coordenado pelo meu orientador.

O meu projeto inicial já estava focado na Modelagem Matemática, porém, não tinha plena clareza sobre qual aspecto dela tomaria como foco de estudo. Iniciei leituras e discussões para que pudesse desenvolver minhas reflexões acerca do assunto e sabia que minha interrogação estaria envolvida com alguma inquietação ou desacerto em relação à pesquisa ou prática de Modelagem Matemática.

Entre as diversas conversas com o orientador, ele questionou se havia algo que me incomodava. Informei que a avaliação na dinâmica da Modelagem Matemática era algo que me inquieta e deixa insegura. Quando avalio, busco compreender se o estudante revela ter construído o conhecimento matemático, o que não é diferente quando falo em avaliar a Modelagem Matemática na sala de aula. Nesse sentido, Fontanini (2007) afirma que na Modelagem Matemática, para os alunos resolverem os problemas, é necessário que conceitos já aprendidos sejam retomados, permitindo que façam uma recontextualização, fortalecendo-os, ou seja, e a retomada de conceitos já aprendidos que a Modelagem Matemática propicia e incentiva, cria condições que podem favorecer a modificação dos conhecimentos prévios, facilitando o processo da aprendizagem, mas podemos considerar que, por meio da Modelagem, há possibilidade de introduzir novos conceitos.

Veleda e Burak (2016) dizem que há necessidade de considerar o processo de ensino e aprendizagem do estudante, que ocorre durante o desenvolvimento de uma atividade com Modelagem Matemática em sala de aula, uma vez que as propostas existentes na literatura não o consideram e não indicam o caminho para considerá-lo.

O ato de avaliar nasce com o ser humano, ele precisa tomar decisões e praticar atos baseados no conhecimento que possui. Esta afirmação é corroborada por Luckesi (2018) que defende que “[...] não existe nada que nos cerque que não

---

<sup>3</sup> Iniciamos esse subtítulo em primeira pessoa do singular, por se tratar de um relato pessoal.

seja objeto de juízo axiológico (avaliativo) de nossa parte” (p. 26). Pensando epistemologicamente, o ato de avaliar é também um ato de investigar a realidade, necessita de conhecimento que pode surgir do senso comum ou em decorrência do uso de procedimentos consistentes, e só se encerra no momento em que revela a qualidade da realidade (LUCKESI, 2018). Partindo dessa ideia inicial e da minha inquietação, decidi trabalhar com a avaliação na Modelagem Matemática.

Outra sugestão do orientador foi que se trabalhasse com avaliação por pares e autoavaliação, algo próximo ao método conhecido como PSA, da literatura internacional, que permite reconhecer os objetivos, realidades, habilidades, motivações e as reais contribuições de cada indivíduo no processo avaliativo. Mesmo em atividades em equipe, o PSA é útil na avaliação individual para motivar o desempenho de cada estudante, promover profissionalismo, desenvolver o automonitoramento e a autorregulação, e para minimizar o comodismo de alguns membros (CONWAY et al., 1993; BROOKS; AMMONS, 2003).

Ressalto que ao tomar a pesquisa desde uma perspectiva fenomenológica, passei a orientar-me pela interrogação, isto significa que “[...] nos colocarmos frente à interrogação que nos move, buscando expressá-la em uma linguagem proposicional que diga de nossa perplexidade” (BICUDO, 2011, p. 41). Sendo assim, a interrogação que me conduz é: *O que se mostra de uma proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares - PSA - para professores familiarizados com a Modelagem Matemática?* Ela indica um caminho a seguir, na busca de compreender ela mesma e o fenômeno da autoavaliação e avaliação por pares, uma vez que a prática de nos perguntarmos pelo que a interrogação interroga, “[...] tem se mostrado bem-sucedida no processo de conseguir clareza sobre o que se pergunta e visualizar caminhos possíveis” (BICUDO, 2011, p. 42).

Sobre a escolha dos sujeitos da pesquisa, lembramos que estamos inseridos em um programa de pós-graduação no qual existem dois docentes diretamente relacionados com a Modelagem Matemática, sendo um deles o nosso orientador, professor Tiago Emanuel Klüber, e o outro o professor Rodolfo Eduardo Vertuan. A partir do contato com ambos, buscamos indicações de professores que estivessem familiarizados com a Modelagem Matemática. E outros sujeitos, os docentes que participam do grupo de formação em Modelagem Matemática e/ou aqueles

relacionados ao projeto de extensão organizado pelo professor Tiago ou pelo professor Rodolfo ou que esses professores tenham conhecimento.

Na sequência discorreremos sobre nossa postura de investigação, a fenomenologia, onde nos voltamos à interrogação de pesquisa que nos proporciona uma “[...] discussão sobre o que foi obtido à luz do interrogado e à luz da região de inquérito onde se está locomovendo” (BICUDO, 1992, p. 9), que é de onde emergem os elementos que darão consistência aos dados referentes ao fenômeno percebido, dos sujeitos familiarizados com o próprio fenômeno. Passaremos então a apresentar os procedimentos metodológicos em nossa trajetória de investigação.

### **1.1 Sobre a postura de investigação assumida**

Ao desenvolver uma pesquisa, é necessário escolher o procedimento e justificar tal escolha, por mais que pareça algo comum para os que realizam estudos em instituições educacionais. Tal afirmação é corroborada por Bicudo, para quem “[...] é premente que sejam expostos os procedimentos de pesquisa, ou sua metodologia, na busca de conferir-lhes graus de confiança” (BICUDO, 2011, p. 11). Com base nessa premissa, afirmamos que nossa pesquisa possui uma abordagem qualitativa segundo uma perspectiva fenomenológica. Conforme Bicudo (2011), adota-se uma perspectiva qualitativa quando se pretende buscar, das informações trabalhadas, qualidades dos dados à espera de análise.

Quando dissemos que assumimos uma postura de investigação fenomenológica, buscamos fazer e compreender uma realidade constituída na percepção fenomenal e a partir dela.

Isso implica seguirmos a trajetória do pensar fenomenológico, mostrando os passos que nos conduzem as explicitações do que está sendo compreendido e interpretado ao atualizarmos movimentos de análise crítica e reflexiva, e, ao efetuarmos o movimento da transcendência disso que é compreendido, interpretado e já olhado no contexto do mundo-vida, avançar em direção à metacompreensão. (BICUDO, 2010, p. 27-28).

Quando a autora fala em metacompreensão, ela se refere a “[...] fazermos um movimento reflexivo que, sendo intencional, conduza a transcendência das reduções efetuadas, indo em direção [...], no sentido da própria pesquisa” (BICUDO, 2010, p. 27). Sobre o mesmo termo, Klüber (2012, p. 31) afirma tratar-se de “[...] um movimento de ir além dessa minha compreensão primeira”.

Ainda segundo Bicudo (2010), é a busca de sentido que faz a diferença e se coloca como significativa, em especial no contexto da Educação. Significa que no movimento do pensar fenomenológico vamos à *concomitância*<sup>4</sup>, compreendendo as produções humanas na dimensão antropológica, na dimensão da própria produção e nas vivências psíquicas. Isso solicita que descrevamos um movimento que envolve “perseguir [...] interrogação de modo [...] sistemático sempre andando em torno dela, buscando as suas dimensões [...] que se doam à compreensão” (PAULO; AMARAL; SANTIAGO, 2010, p. 4).

A seguir, efetuaremos uma breve descrição sobre os procedimentos metodológicos em nossa trajetória de investigação. Após essa descrição, abordaremos a Modelagem Matemática, e sua Avaliação, na Educação Matemática e, sempre orientados por nossa interrogação, abordaremos o PSA na Modelagem Matemática. Por fim, faremos a descrição das categorias e a busca e análise dos dados.

## 1.2 Sobre os procedimentos metodológicos

Quando assumimos uma postura de investigação fenomenológica, precisamos esclarecer que não partimos de um problema e sim de uma interrogação de pesquisa, que se torna o gatilho por inquietações provenientes da nossa região de inquérito onde está situado este fenômeno (a proposta de avaliação).

Iniciamos esclarecendo que o termo fenomenologia possui diversas possibilidades de compreensão. Neste sentido, é necessário apresentar qual deles assumiremos nesta pesquisa. Ao discorrer sobre a definição deste termo, criado por Edmund Husserl (1859-1938), Bicudo (2011, p. 29-30) comenta:

[...] é uma palavra composta pelos termos *fenômeno* mais *lógos*. Fenômeno diz do que se mostra na intuição ou percepção e *lógos* diz do articulado nos atos da consciência em cujo processo organizador a linguagem está presente, tanto como estrutura, quanto como possibilidade de comunicação e, em consequência, de retenção em produtos culturais postos à disposição no mundo-vida.

Por sua vez, Bicudo define o termo fenômeno da seguinte forma:

---

<sup>4</sup> *Concomitância* – “fato de algo se produzir ou se apresentar ao mesmo tempo em que outro ocorre ou se apresenta” (HOUAIS, 2019).

[...] é o que se mostra no ato de intuição efetuado por um sujeito individualmente contextualizado, que olha em direção ao que se mostra de modo atento e que percebe isso que se mostra nas modalidades pelas quais se dá a ver no próprio solo em que se destaca como figura de um fundo. A figura, delineada como fenômeno e fundo, carregado o *entorno* em que o fenômeno faz sentido (BICUDO, 2011, p. 30).

Ainda segundo a autora, o fenômeno, ao ser iluminado pelo olhar intencional daquele que olha, já é fenômeno, isto é, já está enlaçado pela percepção. Nesse sentido, pode-se afirmar que, para a Fenomenologia, nada há fora da consciência, mas esta tudo abrange (BICUDO, 2011, p. 31).

Um fator importante a esclarecer é a distinção entre as atitudes natural e fenomenológica. Conforme Sokolowski (2004, p. 51), a primeira “é o foco que temos quando estamos imersos em nossa postura original, orientada para o mundo, quando intencionamos coisas, situações, fatos e quaisquer outros tipos de objetos”; já em relação à segunda, “o foco que temos, é quando refletimos sobre a atitude natural e todas as intencionalidades que ocorrem dentro dela” (SOKOLOWSKI, 2004, p. 51).

Somando a isso, Bicudo (2000) tem por meta *ir-à-coisa-mesma* tal como ela se manifesta, prescindindo de pressupostos teóricos e de um método de investigação que, por si, conduza à verdade. Além disso, Bicudo e Klüber (2013) dizem que o movimento fenomenológico de pensar permite efetuar “[...] intenso diálogo entre a pergunta e o fenômeno em um procedimento rigoroso de inquietação, em que todo o pesquisador pode e deve mergulhar, assumindo a direção apontada pela intencionalidade do seu olhar indagador” (BICUDO, KLÜBER, 2013, p. 34).

Assumido esse modo, no que se refere ao potencial da interrogação na postura fenomenológica, ela nos conduziu a olharmos para os professores familiarizados com a Modelagem Matemática e como já mencionado, ao usar o termo familiarizado nos referimos àquele professor que na sua prática habitual desenvolve a Modelagem Matemática cotidianamente, que está acostumado e ou habituado com o desenvolvimento no dia a dia da sala de aula tornando-a corriqueira em suas aulas e esses sujeitos já fazem uso da Modelagem em média de três a quatro anos. Para dar sequência a essa pesquisa, utilizamos como coleta de

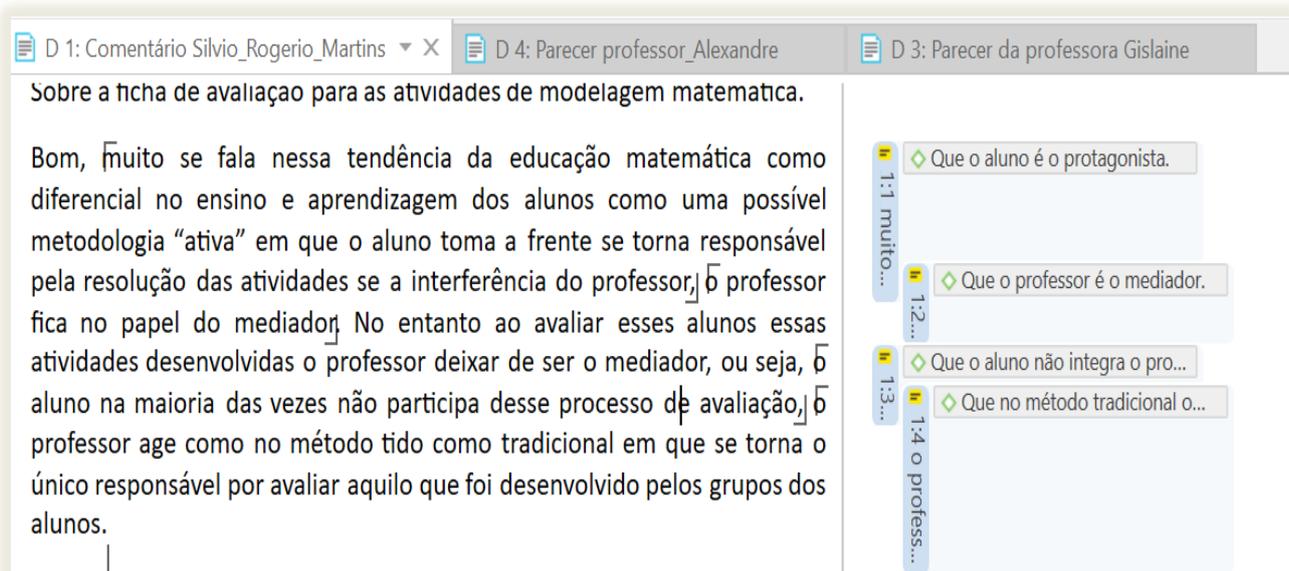
materiais alguns instrumentos como gravações de áudio e anotações das devolutivas dos professores experientes em Modelagem Matemática.

Seguindo esse contexto de investigação, iniciamos as análises ideográficas e nomotética. Segundo Garnica (1997), a primeira “[...] busca tomar visível à ideologia presente na descrição ingênua dos sujeitos, podendo, para isso, lançar mão de ideogramas ou símbolos, expressando (sic) ideias”; já a segunda, ele descreve que “é feita com base na análise das divergências e convergências expressas pelas unidades de significado, estando vinculada, ainda, a interpretações que o pesquisador faz para obter cada uma dessas convergências ou divergências” (GARNICA, 1997, p. 116-117).

Após esse trabalho de transcrição de entrevistas e depoimentos dos professores avaliando as fichas, utilizamos um *software* de análise qualitativa de dados, conhecido por *Atlas.ti*<sup>55</sup> que trabalha com aspectos que são essenciais para a pesquisa fenomenológica. Segundo Klüber, os essenciais concentram-se em: “1) Unidade Hermenêutica – (*Hermeneutic unit*); 2) Documentos primários – (*Primary documents*); 3) Citações – (*Quotes/quotation*); 4) Códigos – (*Codes/coding*); 5) Notas de análise – (*Memos*); e 6) Esquemas gráficos – (*Network View*)” (KLÜBER, 2014, p. 12). Em relação aos procedimentos, essa transcrição foi inserida no *software*, se dá no movimento de extrair como pesquisadora, os sentidos e significados atribuídos pelos docentes que se mostraram convergentes a nossa interrogação de pesquisa. Esforço que reiteramos nas análises provenientes das transcrições dos depoimentos dos nossos sujeitos. No *software*, esses documentos são intitulados como primários e na sequência, apresentamos a (Figura 1) um exemplo de como o processo de destaque das unidades de significado pode ser otimizado com o uso deste *software*.

---

<sup>55</sup> Possuímos licença do *software*.



**FIGURA 1** - Exemplo de um documento primário e o destaque de unidades de significado  
**Fonte:** A Autora

O software Atlas.ti, que é “uma ferramenta para análise de dados qualitativos, [...] teve sua primeira edição comercial em 1993”. (WALTER; BACH, 2015, p. 276). Segundo esses autores,

[...] o software Atlas.ti permite analisar e gerenciar diferentes tipos de documentos, como textos (respostas a questionários não estruturados, transcrição de entrevistas, relatórios de observação, documentos, cartas, texto jornalístico ou literário e outros), áudios (de entrevistas, de reuniões, de músicas e outros), imagens (fotos, desenhos, pinturas e outros) e vídeos (de pesquisas semiexperimentais, filmes, reportagens televisivas e outros). (WALTER; BACH, 2015, p. 279)

Não pretendemos com essa menção fazer nenhum tipo de indução do leitor ao uso do software, apenas pretendemos apresentar algumas possibilidades de otimização do trabalho de acordo com a postura de pesquisa fenomenológica que assumimos, pois, como afirma Bicudo (2010, p. 87) “nem tudo no mundo precisa ser quantificado para ser interpretado ou compreendido”.

Após a leitura minuciosa desses documentos primários, destacamos as unidades de significado, guiados por nossa interrogação de pesquisa. Segundo Bicudo, essas unidades “[...] se constituem pontos de partida das análises, busquem elas pela estrutura do fenômeno, busquem pelo dito em textos que se mostrem significativos em relação à pergunta formulada e ao fenômeno sob investigação” (BICUDO, 2011, p. 50). Somando-se a isso, Klüber aponta que “[...] unidades fazem sentido para aquele que busca compreender o fenômeno à luz da interrogação” (KLÜBER, 2014, p. 20).

Complementando a ideia, Martins define: “[...] as unidades de significado são o primeiro passo do pesquisador, levantadas sobre à luz da pergunta, ou seja, unidades que irão emergir das nossas leituras dos documentos primários” (MARTINS, 2016, p. 36-37). Sendo assim, após o destaque dessas unidades é possível avançarmos na compreensão do fenômeno.

Após serem disponibilizadas todas as unidades destacadas, num movimento de convergência entre elas, as reunimos num processo de agrupamento dos sentidos revelados, estabelecendo a existência de grandes categorias. Segundo Bicudo e Klüber “as grande categorias ou núcleos de ideias” (BICUDO, KLÜBER, 2013, p. 5). Atuando fenomenologicamente, no entanto, não paramos na descrição (BICUDO, 2000), pois ao efetuarmos o trabalho investigativo, “assumimos o caminho que conduz a estrutura da experiência vivida, focando o pré-teórico no campo perceptual tal como aflora de modo simples e direto da descrição” (BICUDO, 2011, p. 48). Onde “[...] a busca pela origem etimológica das palavras conduz-nos a compreensões surpreendentes e inusitadas, tirando-nos dos modos cotidianos de interpretar a linguagem” (BICUDO, 2011, p. 49). E esses fenômenos emergem mais claramente na medida em que nos voltamos atentivamente para as categorias estabelecidas após as interpretações que nos auxiliem na compreensão do fenômeno.

Com as categorias abertas, precisamos empreender as descrições destas, que visam ao sujeito relatar o percebido, ou seja, uma compreensão mais aprofundada e uma descrição a partir da hermenêutica. Segundo Klüber e Burak (2008, p. 97) “a descrição a partir de uma hermenêutica [...] permite compreender a essência e a transcendência do objeto intencional”.

Após descrevermos cada uma das grandes categorias, passamos a interpretá-las à luz da nossa interrogação, dando base para o processo de análise e interpretação dos dados da pesquisa.

## CAPÍTULO 2

### MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Nesta seção, explicitaremos aspectos concernentes à Modelagem na Educação Matemática. Exporemos aspectos históricos, concepções e características gerais do trabalho em sala de aula que embora sustentem a construção da proposta de avaliação articulados ao PSA, no entanto, não são referenciais de análise, uma vez que constituem o fenômeno que investigamos.

#### 2.1 O surgimento da modelagem matemática

Há registros de que por volta de 1908, em Roma, uma comissão desenvolveu estudos a partir do levantamento das diversas metodologias para o ensino da Matemática, nos quais a conclusão apontava inúmeras dificuldades nos métodos de ensino desenvolvidos na época, dificuldades estas existentes há muito tempo. Ainda em 1908, o geômetra alemão Félix Klein fez uma publicação na qual defendia que a escola deveria levar em consideração mais as bases psicológicas do que as bases sistemáticas, e que o docente ponderasse o processo psíquico do discente. Essa publicação foi de fundamental importância para o surgimento da Educação Matemática como uma subárea interdisciplinar da Matemática e da Educação (MIGUEL et al. 2004).

As ideias de Klein geraram reflexões a partir do final no século XIX e foram defendidas e aprimoradas pelo holandês Hans Freudenthal e por Henry Pollak, que também propuseram uma conferência, com o objetivo de utilizar as aplicações e iniciaram as discussões sobre a Modelagem no Ensino da Matemática.

Freudenthal defende as ideias de Klein e reforça que o ensino dos conhecimentos matemáticos esteja relacionado às outras disciplinas ou áreas do conhecimento que exijam que os estudantes utilizem conceitos e conhecimentos baseados no raciocínio matemático, permitindo que o educando não fique limitado apenas a aprender regras, mas, sim, que se torne capaz de aplicá-las em seu cotidiano.

A aprendizagem em Matemática, assim como em outras áreas, sofre influência de inúmeros fatores, e cabe ao professor encontrar ferramentas que aperfeiçoem o processo de ensino e aprendizagem, que levem os educandos à

reflexão, que os tornem motivados, interessados e capazes de pensar matematicamente.

No entanto, as dificuldades encontradas para alcançar tais objetivos são percebidas no ensino tradicional adotado até hoje por muitos docentes, no qual se verifica o desestímulo por parte de professores e estudantes durante o processo de ensino e de aprendizagem. A falta de interesse por parte dos estudantes se mostra relacionada, diretamente, à maneira metódica, monótona e cansativa como transcorrem as aulas, nas quais os conteúdos são trabalhados de maneira isolada, sem relação com o cotidiano do discente, quando normalmente o docente: “[...] apresenta o conteúdo oralmente, parte de definições e exemplos, segue com exercícios de fixação, e imagina-se que o aluno aprendeu pela reprodução” (SANTOS; BISOGNIN, 2007, p. 101).

A Modelagem Matemática na Educação Matemática se apresenta como uma metodologia que busca a formação de estudantes como cidadãos participativos, críticos e capazes de utilizar a Matemática como ferramenta para compreender fenômenos sociais que os rodeiam com criatividade, e que sejam capazes de criar, recriar, pensar e agir diante de tais situações.

Na década de 1960, um movimento educacional internacional discute a modelagem e sua utilização na Educação Matemática e influencia inúmeros pesquisadores a se dedicarem às pesquisas sobre o tema. Esse movimento, definido como aplicação prática dos conhecimentos matemáticos para a ciência e a sociedade, inicia um debate sobre construções de modelos matemáticos como estratégia de ensino e tem como marco histórico o Simpósio de Lausanne (1968), cujo tema era “Como ensinar Matemática de modo que seja útil”.

No Brasil, na década de 1970, segundo Biembengut (2009), professores desenvolvem os primeiros trabalhos abordando a Modelagem Matemática na Educação, despertando interesse de muitos adeptos por todo o país:

Esses movimentos educacionais pela Modelagem Matemática na educação influenciaram o Brasil praticamente ao mesmo tempo, com a colaboração dos professores, representantes brasileiros na comunidade internacional de Educação Matemática. A Modelagem Matemática na educação brasileira tem como referência singulares pessoas, fundamentais no impulso e na consolidação da modelagem na Educação Matemática, tais como: Aristides C. Barreto, Ubiratan D’Ambrosio, Rodney C. Bassanezi, João Frederico Mayer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani, que iniciaram um movimento pela

modelagem no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, conquistando adeptos por todo o Brasil (BIEMBENGUT, 2009, p. 8).

A partir destes trabalhos surgiram debates de como se criar um modelo matemático ensinando Matemática e ao mesmo tempo, permitindo o desenvolvimento da Modelagem Matemática no ensino desta disciplina no Brasil.

Na década seguinte, surgem os primeiros cursos de pós-graduação em Modelagem Matemática, dando ainda mais destaque para essa metodologia como estratégia de ensino e aprendizagem. Esses estudos tratariam de currículos e programas que deixariam de ser apenas uma lista de conteúdos e deveriam ser encarados como uma maneira de pensar que as atividades escolares seriam significativas para o saber do estudante, agregando à escola um papel social.

Dessa forma, a utilização da Modelagem Matemática, que estava sendo introduzida em algumas escolas na década de 1980, buscava tornar os estudantes mais interessados, motivados e capazes de utilizar a Matemática em situações-problema, bem como desenvolver sua autoestima, tornando-os mais críticos e responsáveis.

Em 1998, os PCN evidenciaram a necessidade da contextualização do processo de ensino e aprendizagem de Matemática para o desenvolvimento das habilidades e competências essenciais para o estudante.

A partir dos anos 2000, o uso da Modelagem Matemática intensificou-se, o que pode estar relacionado com as orientações dos PCN, bem como com a criação de eventos nacionais, como a Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática - CNMEM e internacionais como a Conferência Internacional sobre o Ensino de Modelagem Matemática e Aplicações - ICTMA - voltados ao debate sobre Modelagem Matemática e de centros virtuais como o Centro Virtual de Modelagem – CVM e o Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino - CREMM com materiais sobre o assunto, onde professores de Matemática podem encontrar suporte, colaborar, participar da busca de soluções para problemas comuns e ainda construir e discutir questões relacionadas ao tema. Da mesma forma, aumentou a procura por cursos e publicações envolvendo o tema. Ademais, os cursos de Licenciatura em sua maioria contemplam a disciplina de Modelagem Matemática na grade curricular ou como parte de outros componentes (OLIVEIRA, 2016).

A ampliação de discussões voltadas à Modelagem ao longo das últimas quatro décadas, ensejaram o desenvolvimento de distintos modos de se concebê-la, a partir da compreensão de diferentes autores da comunidade da Educação Matemática. Dedicamo-nos a apresentar algumas dessas concepções na próxima seção.

## 2.2 Concepções da modelagem matemática na educação

A partir desse ponto, apresentaremos uma síntese das concepções da Modelagem Matemática baseada nos principais autores nacionais que apresentam fundamentações sobre o tema. Seguimos Mutti (2016) quando menciona que “as primeiras incursões no país surgiram no final da década de 1970 e início da década de 1980 com um grupo de professores da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)” (MUTTI, 2016, p. 56) e, ainda que existam diferentes definições para o modelo matemático, a base de seu conceito é sempre a mesma: uma representação simplificada do mundo real sob a visão do investigador. As pesquisas focadas por esses autores da área da Educação Matemática constituíram distintas concepções de Modelagem Matemática que iremos abordar por uma questão de clareza de expressão, optamos por apresentar os autores dizendo das compreensões deles tudo de uma única vez, a partir do autor.

A Modelagem Matemática seria o ato de obter um modelo, ou seja, um processo que transforma uma situação da realidade em uma expressão matemática, solucionando uma situação, enquanto o modelo matemático é o que dá forma à solução do problema.

Segundo Burak, a Modelagem Matemática é “[...] um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62), e indica cinco etapas: 1) *Escolha do tema*: de interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos; 2) *pesquisa exploratória*: busca de dados sobre o tema escolhido (pesquisa bibliográfica ou de campo); 3) *levantamento do(s) problema(s)*: os alunos são incentivados a fazer relações entre o que pesquisaram e a Matemática, propondo problemas simples ou complexos; 4) *resolução do(s) problema(s)*: utilização do

ferramental matemático disponível prioriza a ação do estudante; 5) *análise crítica das soluções*: o aluno a reflete sobre suas intenções e descobertas.

Ainda segundo o autor, as atividades de Modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a Matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Trata-se também de uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento.

Para Barbosa (2001), a Modelagem Matemática proporciona potencialidade na participação de debates e tomada de decisões que envolvem aplicações matemáticas, contribuindo para a democratização de sociedades pelas construções e consolidações dessas. Barbosa apresenta como argumentos benéficos que a Modelagem Matemática propicia motivação, a facilitação da aprendizagem, a preparação para o uso da Matemática em áreas diferentes, o desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da Matemática.

A Modelagem Matemática possibilitou, ainda, o início de um novo ramo da Matemática Aplicada, em que fenômenos, inicialmente não matemáticos, podem ser explicados por meio da criação de modelos.

Segundo Barbosa a modelagem se constitui “[...] como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (BARBOSA, 2001, p. 5). E, ainda segundo Barbosa (2001), a modelagem em sala de aula se configura em três casos: 1) Problematização de uma situação real – o professor apresenta um problema, com dados qualitativos e quantitativos, e os alunos investigam; 2) apresentação, pelo professor, de um problema aplicado. Os alunos se deparam com o problema para investigar, tendo que coletar dados fora da sala, eles são responsáveis pela condução das tarefas e 3) por meio de um tema gerador, os alunos coletam informações, formulam e solucionam problemas.

Em ambos os casos, o professor possui coparticipação nas atividades, dialogando com os estudantes, e possui um papel importante acerca do encaminhamento e do desenvolvimento das atividades.

Com o aprofundamento dos estudos, a matemática aplicada traz mais confiança e precisão para esses modelos, que se tornam fundamentais também

para as ciências não exatas. Para Bassanezi (2013), a Matemática pode ser utilizada ou como ferramenta para a vida, a qual o aluno desenvolve a capacidade de lidar com situações reais que se apresentam, de maneiras diferentes, ou como instrumento para o trabalho, desenvolve condições para compreender um fenômeno e atuar em sua transformação.

Para Bassanezi, a Modelagem Matemática é a “[...] arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (BASSANEZI, 2002, p. 16). Para esse autor, a Modelagem Matemática constitui-se de seis etapas: 1) *experimentação*: processo e obtenção de dados; 2) *abstração*: formulação dos Modelos Matemáticos (seleção de variáveis, problematização, elaboração de hipóteses e simplificação); 3) *resolução*: obtenção do modelo matemático; 4) *validação*: aprovação ou não do modelo proposto, os modelos são testados; 5) *modificação*: reformulação do modelo, se necessário e 6) *aplicação*: fazer previsões, ajudar a tomar decisões, explicar e entender o mundo real.

Segundo Almeida, a Modelagem Matemática é uma alternativa pedagógica na qual a “[...] a situação a ser investigada representa um problema para aqueles envolvidos no desenvolvimento da atividade” (ALMEIDA, 2006, p. 122), tal que envolve quatro fases: 1) *Inteiração*: ato de informar-se sobre, mediante a coleta de dados quantitativos e qualitativos; 2) *matematização*: passagem da linguagem natural para a linguagem matemática; 3) *resolução*: construção de um modelo matemático que tem por finalidade as descrições, análises e previsões; 4) *interpretação de resultados e validação*: etapa de análise das respostas dos problemas.

Para Ademir Caldeira (2009), a Modelagem Matemática é uma concepção de educação matemática, advinda de projetos, sem o intuito de reproduzir conteúdos do currículo, porém, sem abandonar os conceitos universais da Matemática.

Conforme Veleda (2018), o ensino da Matemática deve colaborar para que os alunos compreendam e saibam lidar com situações reais e problemas; deve fazer com que os discentes adquiram competências e habilidades que lhes permitam resolver problemas e estarem preparados para novas situações; deve ainda torná-los capazes de usar temas matemáticos como fontes de reflexão, vislumbrando a Matemática como ciências e como parte da história e da cultura humana, bem como

deve motivá-los e proporcionar a melhora dos resultados obtidos por esses estudantes em relação à Matemática.

Por mais que as concepções de Modelagem até o momento apresentadas sejam distintas, elas convergem quando buscam contribuir para um ensino da Matemática mais significativo, mais dinâmico, mais próximo do contexto do aluno (BURAK, 1992, 2004, KLÜBER; BURAK 2008, BRANDT; BURAK; KLÜBER, 2010, ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012) e, estes aspectos podem proporcionar maior autonomia aos discentes “[...] com capacidade de pensar e construir estratégias próprias para resolverem as situações” que proporcionam o rompimento da linearidade do currículo escolar e o estreitamento da relação professor/aluno e aluno/aluno (BURAK, 1992).

A seguir, apresentamos uma abordagem da Modelagem Matemática na sala aula, trazendo o que os documentos curriculares oficiais indicam sobre o tema, sua contextualização, apontando as práticas da sala de aula com a interdisciplinaridade e a importância do papel do professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem.

### **2.3 A modelagem, a sala de aula e a prática pedagógica do professor**

Ao se tratar da Modelagem em sala de aula, do processo de ensino e aprendizagem, é fundamental analisar as propostas curriculares oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que ora regem a educação no Brasil.

Em 1998, o Ministério da Educação publicou os PCN, na busca de constituir um referencial de qualidade para educação brasileira, orientando e garantindo a coerência dos investimentos em educação, socializando debates, pesquisas e orientações, com o intuito de promover a participação de todos os educadores brasileiros (BRASIL, 1998).

Os PCN constituem-se uma referência nacional em que são apontados conteúdos e objetivos articulados, aspectos relevantes no processo de ensino e aprendizagem das áreas, orientações sobre as práticas educativas e propostas de avaliação. Porém, constituem-se de uma proposta flexível, que deve ser concretizada em cada ambiente escolar, levando em conta suas particularidades,

respeitando as diversidades culturais, regionais, étnicas, religiosas, políticas e econômicas.

A BNCC é um documento normativo que define o conjunto de “aprendizagens essenciais” que o estudante deve alcançar em cada etapa escolar, assegurando seus direitos à aprendizagem e desenvolvimento. Constitui-se como uma referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares de todo o país, e enfatiza que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de dez competências gerais. Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver situações complexas do dia a dia, do pleno exercício da cidadania e do mundo profissional (BRASIL, 2017).

Nos PCN, os conteúdos da disciplina de Matemática são apresentados em blocos: números e operações; espaço e forma; grandezas e medidas e tratamento da informação. Ainda assim, o documento destaca que a abordagem linear e hierarquizada dos conteúdos traz aos estudantes poucas possibilidades de exploração em contextos mais amplos, considerando essa rotina como um obstáculo na transformação das práticas pedagógicas e no desenvolvimento da resolução de problemas e na efetivação da participação do estudante no processo de ensino e aprendizagem.

Na BNCC, os conteúdos matemáticos são divididos em eixos: geometria; grandezas e medidas; estatística e probabilidade; números e operações, e álgebra e funções. Nesse documento, enfatiza-se que essa organização é apenas um artifício facilitador para a compreensão da área e se trata de um desafio à superação da perspectiva da limitação dos objetos matemáticos em blocos isolados.

Em Modelagem Matemática, o rompimento com a forma isolada de como os conteúdos matemáticos são apresentados pelos docentes é fundamental para o sucesso do processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a não linearidade dos desenvolvimentos dos conteúdos se apresenta em Modelagem Matemática, uma vez que os temas, na maioria das vezes, são abordados a partir do interesse dos estudantes. Assim, ambos os documentos curriculares oficiais há indícios que se voltam à proposta de Modelagem Matemática, mas de certa forma, implícita quando defendem que a organização em blocos ou eixos é apenas um fator facilitador para compreensão da disciplina.

Em Modelagem Matemática, a contextualização é contemplada a partir da escolha dos temas principais e secundários, que normalmente surgem de outras áreas do conhecimento. Isso corrobora com a proposta dos PCN, que apresentam como um dos objetivos o questionamento da realidade a partir da formulação e resolução de problemas, com o uso do pensamento lógico, intuição, análise crítica, escolha de procedimentos e verificação. Como objetivo da disciplina de Matemática nos PCN figura:

Identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta e perceber o caráter de jogo intelectual, característico da matemática como aspecto que estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas (BRASIL, 1998, p. 47).

A contextualização também se apresenta na BNCC, que busca minimizar a fragmentação do conhecimento ao dividir o conhecimento em quatro áreas, Linguagens, Matemática, Ciências Humanas e Ciências da Natureza, nas quais se busca a contextualização e integração das disciplinas.

A resolução de problemas, que em Modelagem Matemática se verifica no apontamento dos problemas a partir da pesquisa referente ao tema escolhido, é contemplada nos PCN como ponto de partida da atividade Matemática e no tópico “A resolução de problemas e o ensino-aprendizagem em Matemática”. Na BNCC, os objetivos de aprendizagem são iniciados em muitas situações pela resolução e elaboração de problemas.

Em Modelagem Matemática, a partir da escolha do tema de interesse dos estudantes, o professor mediador, consciente das possibilidades propiciadas pela prática dessa metodologia, desenvolve a contextualização, a resolução de problemas e a interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade nos PCN é evidenciada na abordagem dos temas transversais apresentados: Ética, Orientação Sexual, Meio Ambiente, Saúde, Pluralidade Cultural, Trabalho e Consumo, uma vez que propõe o desenvolvimento desses temas dentro de todas as disciplinas. Ainda de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, a interdisciplinaridade visa a utilizar conteúdos de diversas disciplinas para interpretar e compreender uma mesma situação sob diferentes

olhares. Sendo assim, a Modelagem Matemática permite uma visão interdisciplinar<sup>6</sup> no desenvolvimento de um tema, possibilitando ao estudante a internalização de conteúdos de forma nítida e o desenvolvimento de algumas habilidades como: criar, imaginar, observar, explorar, analisar, questionar, argumentar e tomar decisões.

A BNCC enfatiza que é fundamental adequar as proposições à realidade local, como também ao contexto e às características dos estudantes. Essas decisões, que resultam de um processo de envolvimento e participação das famílias e da comunidade, devem implicar ainda em decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e aprendizagem.

O papel de mediador a ser desempenhado pelo professor na prática da Modelagem Matemática é evidenciado nos PCN quando enfatiza que o professor deve estimular a participação dos estudantes, sendo um orientador do processo:

Além de organizador, o professor também é facilitador nesse processo. Não mais aquele que expõe todo o conteúdo aos alunos, mas aquele que fornece as informações necessárias, que o aluno não tem condições de obter sozinho. Nessa função, faz explicações, oferece materiais, textos etc. Outra de suas funções é como mediador, ao promover a análise das propostas dos alunos e sua comparação, ao disciplinar as condições em que cada aluno pode intervir para expor sua solução, questionar, contestar. Nesse papel, o professor é responsável por arrolar os procedimentos empregados e as diferenças encontradas, promover o debate sobre resultados e métodos, orientar as reformulações e valorizar as soluções mais adequadas. Ele também decide se é necessário prosseguir o trabalho de pesquisa de um dado tema ou se é o momento de elaborar uma síntese, em função das expectativas de aprendizagem previamente estabelecidas em seu planejamento (BRASIL, 1999, p. 38).

Assim, os PCN na disciplina de Matemática destaca a importância da prática docente, ao enfatizar o uso da disciplina para a resolução de problemas e ao propor a abordagem dos temas matemáticos por meio das diversas situações-problemas do cotidiano, apresentam o professor como um mediador do processo de ensino e aprendizagem, favorecendo um papel formativo e desenvolvendo um indivíduo crítico, capaz de se expressar na sociedade.

A BNCC trata do compromisso com o letramento matemático, definindo competências e habilidades que assegurem aos estudantes o reconhecimento que

---

<sup>6</sup> Interdisciplinar, que é comum a duas ou mais disciplinas Houaiss (2019).

os conhecimentos matemáticos são indispensáveis para a compreensão e atuação no mundo, proporcionando o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, estimulando a investigação (BRASIL, 2017).

O desenvolvimento dessas habilidades está intrinsecamente relacionado a algumas formas de organização da aprendizagem matemática, com base na análise de situações da vida cotidiana, de outras áreas do conhecimento e da própria Matemática. Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental (BRASIL, 2017).

É possível perceber que ambos os documentos curriculares oficiais convergem para a prática da Modelagem Matemática, uma vez que apontam os mesmos procedimentos e objetivos.

Segundo Caldeira, a definição de Modelagem Matemática como uma “concepção de educação matemática que incorpore proposições matemáticas advindas das interações sociais” (CALDEIRA, 2009, p. 39), e não apenas como um método de ensino e aprendizagem requer dos estudantes e professores a sensibilidade de perceber o diferente, dá voz a todos que, compartilhando os conhecimentos, podem verificar a multiplicidade de significados de diferentes realidades. Para esse autor, pensar em Modelagem Matemática com concepção de Educação Matemática é romper com o determinismo e as verdades inertes para uma racionalidade que contemple as conjecturas do pensamento sistêmico e da complexidade.

Nesse sentido, Caldeira (2009) defende que a escola possibilite ao aluno perceber que existem outros significados para as proposições matemáticas, além daquelas que aprendeu em sala de aula ou utiliza em seu cotidiano. Ao levar em conta aspectos da cultura matemática, a partir de sua participação ativa em sala de aula, o aluno deve perceber a necessidade do enfrentamento de sua realidade. Pesquisar, questionar, problematizar, refletir, tomar decisões e tirar suas próprias conclusões são aspectos fundamentais da perspectiva de Modelagem Matemática defendida por Caldeira.

Nesse sentido, a Modelagem Matemática se apresenta como uma possibilidade de desenvolver no ambiente escolar, a inserção da maneira de pensar,

nos aspectos sociais, culturais e nas relações da Matemática com a sociedade. Assim, os conhecimentos estariam sendo construídos a partir dos interesses sociais, políticos e econômicos de cada um.

No ambiente escolar, na atividade de Modelagem Matemática, a partir da escolha coletiva por um tema, ou seja, um assunto inicia-se o desenvolvimento de um modelo matemático a partir de uma situação-problema, proporcionando estímulo no processo de aprendizagem, uma vez que o indivíduo, ao buscar soluções para o problema, procura diferentes formas e estratégias, desenvolvendo sua criatividade e raciocínio.

A escolha do tema é um ponto de extrema importância, e fazer com que os estudantes participem destas escolhas e encaminhamentos é uma maneira conveniente de estimular e despertar o interesse da turma. No entanto, a participação dos discentes na escolha dos temas nem sempre ocorre de maneira tranquila, uma vez que as aptidões, necessidades e interesses nem sempre são convergentes, ou seja, é comum que cada estudante tenha uma preferência (VELEDA, 2017, p. 79). Nesse aspecto, Burak (1994) coloca a possibilidade de que o professor permita que grupos trabalhem com temas diferentes. Porém, o trabalho simultâneo com diversos temas pode dificultar o desempenho do educador, impossibilitando ainda o aprofundamento do estudo, o que merece atenção ao adotar diferentes temas para uma mesma turma.

Outra questão importante é verificar a amplitude dos temas escolhidos. Cabe ao professor também auxiliar os estudantes a delimitar esse tema e, para uma melhor compreensão, após sua escolha inicia-se a interação, quando os estudantes reconhecem a situação-problema e desenvolvem pesquisas acerca do tema escolhido. Em seguida, desenvolve-se a matematização, quando ocorre a formulação e a resolução do problema em termos de modelo e depois a análise e validação do modelo, verificando se este é o que melhor representa a realidade e as possibilidades de aplicação em outras situações.

A Modelagem Matemática não deve ser utilizada apenas como um propósito para a aplicação de um conteúdo mas deve mostrar como ele surgiu defender a necessidade de aprendê-lo e revelar seu significado na vida do estudante.

A Modelagem Matemática, segundo Barbosa, pode ser entendida como uma

[...] oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da Matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento. Os conceitos e ideias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os alunos desenvolvem a atividade (BARBOSA, 2001, p. 5).

A utilização da Modelagem, por professores preparados e motivados, com atividades bem elaboradas, contemplando as observações apresentadas, pode trazer muitos benefícios no processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Matemática, pois:

- Segundo Barbosa (2011), pode estimular a formação de indivíduos capazes de atuar na sociedade, ou seja, cidadãos críticos e atuantes nos debates das questões sociais;
- Conforme Figueiredo e Kato (2012), o aluno como sujeito que compartilha a responsabilidade pelo seu aprendizado produz melhor, com mais entusiasmo, tornando a aprendizagem mais significativa;
- Segundo Almeida (2014), o professor tem um papel de mediador, compartilhando do processo de ensino e aprendizagem, o que não implica que tudo é válido, porém, não se baseia apenas na reprodução de exemplos, mas, sim, num maior preparo para a condução das aulas, sem perder a autoridade de professor;
- Segundo Bassanezi (2015), ao participar da escolha dos temas a serem estudados os alunos sentem-se mais interessados, o que colabora para melhores resultados no processo de ensino e aprendizagem;
- Para Kovalski (2016), romper com o currículo vigente, ao trabalhar com conteúdos da grade curricular a partir das pesquisas de campo, e conseqüentemente, a partir dos interesses dos educandos;
- Conforme as Diretrizes Curriculares (2008) ao trabalhar de maneira interdisciplinar é possível desenvolver competências como: formar cidadãos atuantes na sociedade, capazes de utilizar a matemática como ferramenta para resolução de problemas, compreendendo a disciplina em seus diversos ângulos, argumentando, e compreendendo conceitos e resultados matemáticos.

Ressaltar os inúmeros benefícios da utilização da Modelagem Matemática não nos permite ignorar possíveis dificuldades ou desafios ao trabalhar com esta metodologia. Por essa razão, alguns pontos merecem destaque:

- O grande número de alunos por turma também pode ser visto como um desafio, tanto na escolha dos temas, quanto na orientação e mediação do desenvolvimento das atividades (ANASTÁCIO, 1990).
- A reação das famílias com o rompimento dos moldes tradicionais de ensino e aprendizagem também caracteriza uma preocupação por parte dos professores (BURAK, 1992; CALDEIRA, 1998; BARBOSA, 2001).
- O cumprimento dos currículos em cursos em que esses devem ser cumpridos rigorosamente, pois o trabalho em modelagem pode acontecer de forma mais lenta do que o previsto. Para isso, segundo Barbosa (2001), faz-se necessário que o educador analise o tempo disponível para o desenvolvimento da Modelagem Matemática;
- Alguns professores não se consideram preparados para trabalhar com Modelagem Matemática, ou por não conhecerem a metodologia ou por encontrarem dificuldades ao desenvolver de forma que sentem, pela própria insegurança diante do novo, a falta de um profissional que tenha maior experiência e domínio sobre a Modelagem para acompanhá-lo durante as aulas, conforme apontam as pesquisas de Burak (1987, 1992); Gazzetta (1989); Anastácio (1990); Gavanski (1995); Caldeira (1998); Barbosa (2001) e Dias (2005).
- A necessidade de tempo para planejamento das atividades, ou seja, a maior exigência do professor na preparação e no andamento das aulas (ROMA, 2002; JACOBINI, 2004; DIAS, 2005).
- A resistência por parte dos alunos ao propor que eles atuem, retirando-os de suas zonas de conforto, pode fazer surgir um efeito contrário, tornando-os mais apáticos, fazendo com que não consigam efetivamente participar do processo de aprendizagem, que exige raciocínio, concentração, construção de conceitos matemáticos, interpretação dos dados e resolução do problema, conforme Barbosa (1999) e Silveira e Caldeira (2012).

- Avaliar as atividades desenvolvidas requer uma preocupação com todo o processo. Neste sentido, ponderar sobre os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como os avanços obtidos ao longo do processo, e os objetivos atingidos se faz necessário, e não é uma tarefa fácil, afinal, demanda um olhar diferenciado a cada indivíduo participante do processo. No entanto, segundo Figueiredo (2013), ainda existe uma lacuna nos estudos referentes à avaliação em Modelagem Matemática.

Diante de tais apontamentos, é importante verificar os obstáculos instrucionais<sup>7</sup> aos estudantes e aos educadores e buscar alternativas para minimizar essas dificuldades. Assim, verifica-se que a Modelagem Matemática requer disciplina por parte dos docentes, pois exige atenção e sensibilidade para respeitar as fases do processo e, certamente, o processo avaliativo exige atenção e critérios.

Sabemos que a formação pessoal do professor, sua crença, cultura e vivência da sala de aula influenciam na sua prática pedagógica. Mutti (2016) diz,

Compreendemos que a prática pedagógica do professor, manifestada por meio da ação no contexto da sala de aula, evidencia todo um movimento iniciado antes mesmo da concretização dessa atuação, seja ela previamente planejada ou não (MUTTI, 2016, p. 70).

Percebemos que mesmo a Modelagem Matemática fazendo parte das diretrizes curriculares de Matemática do nosso Estado, ela é algo distante de ser habitual nas salas de aula (MUTTI, 2016). Estamos mais habituados a relatos de colegas que se utilizam do método tradicional de ensinar Matemática, na sua maioria repetindo o modo com o qual foram ensinados.

Segundo D'Ambrosio (1993) predomina, portanto, um ensino em que o professor expõe o conteúdo, mostra como resolver alguns exemplos e pede para os alunos resolverem. Na Modelagem Matemática isso não é diferente, pois diversos professores de Matemática não tiveram nenhum conhecimento sobre essa prática educativa na sua graduação ou mesmo em formações continuadas.

Alguns fatores podem contemplar para que a Modelagem Matemática faça parte da prática do professor e segundo Mutti (2016), “é preciso, em primeira instância, que ela se configure como uma possibilidade para o professor” (p. 73). Ainda segundo a autora as experiências dos professores com a Modelagem no

---

<sup>7</sup> Obstáculos instrucionais, sobre o tempo para execução do programa estabelecido, reafirmando se tratar de um tempo muito extenso (BASSANEZI, 2002).

âmbito da formação podem influenciar na sua decisão de trabalhar, ou não, com atividades de Modelagem na sala de aula (MUTTI, 2016).

Tendo apresentado discussões voltadas não apenas para a Modelagem, mas para suas concepções e o trabalho com ela na sala de aula, buscaremos, na próxima seção, dizer do processo avaliativo, uma vez que ao interrogarmos o que se mostra de uma proposta de autoavaliação, faz-se preponderante atentarmos à avaliação no contexto escolar.

## CAPÍTULO 3

### O PROCESSO AVALIATIVO

Neste capítulo, apresentaremos o Processo Avaliativo, os procedimentos didáticos metodológicos arrolados na literatura concernentes à aprendizagem escolar e, conseqüentemente, sua forma de avaliar. Serão abordadas ainda as diversas influências nas políticas educacionais decorrentes de acordos internacionais, programas de avaliações internas e externas, e a avaliação em Modelagem Matemática, segundo a literatura. *No entanto, não são referenciais de análise, uma vez que não constituem o fenômeno que investigamos.*

Iniciamos com o processo de ensino e aprendizagem escolar, que é constituído por várias ações e procedimentos didáticos pedagógicos implementados de forma sistematizada pelos docentes, no intuito de garantir o sucesso à aprendizagem por parte do estudante.

As instituições escolares, por sua vez, buscam efetivar o currículo escolar, documento orientador e ordenador das práticas escolares, que compreende “*tudo que em tese é ensinável e possível de aprender*” (SACRISTÁN, 2013, p. 18, grifos do autor), ou seja, reproduzível. Assim, o currículo é parte da realidade econômica, social, histórica e política de cada país, e por isso, reflete as intenções e concepções de ensino de cada época, direcionado pelas correntes e tendências pedagógicas. É neste contexto que se estabelece a avaliação educacional, conforme postula Gatti (2008).

Toda Avaliação Educacional tem por objetivo trazer elementos para novas ações, intervenções, mudanças de rumo, busca de alternativas, tomadas de decisões ou para reafirmar caminhos tomados, quem sabe acrescentando algo.

A avaliação da aprendizagem escolar, inserida neste contexto, também segue influenciada pelas políticas educacionais vigentes, decorrentes de acordos internacionais.

O Brasil é signatário da Declaração Mundial sobre Educação para Todos, aprovada e firmada pelos países participantes da *Conferência Mundial sobre Educação para Todos – Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem* (Jomtien, Tailândia 5 a 9 de março de 1990). Abaixo, segue o Artigo 4 da *Declaração Mundial sobre Educação para Todos* que estabelece indicações e ações

a serem adotadas na área educacional, bem como formas de abordagens e ênfase nos resultados da aprendizagem, não somente na matrícula e frequência, mas que também, prevê a avaliação de desempenho.

#### ARTIGO 4 - CONCENTRAR A ATENÇÃO NA APRENDIZAGEM

1. A tradução das oportunidades ampliadas de educação em desenvolvimento efetivo – para o indivíduo ou para a sociedade – dependerá, em última instância, de, em razão dessas mesmas oportunidades, as pessoas aprenderem de fato, ou seja, apreenderem conhecimentos úteis, habilidades de raciocínio, aptidões e valores. Em consequência, a educação básica deve estar centrada na aquisição e nos resultados efetivos da aprendizagem, e não mais exclusivamente na matrícula, frequência aos programas estabelecidos e preenchimento dos requisitos para a obtenção do diploma. Abordagens ativas e participativas são particularmente valiosas no que diz respeito a garantir a aprendizagem e possibilitar aos educandos esgotar plenamente suas potencialidades. Daí a necessidade de definir, nos programas educacionais, os níveis desejáveis de aquisição de conhecimentos e implementar sistemas de avaliação de desempenho (UNESCO, 1990, p. 1)

Grande parte dos países aderiu ao PISA - Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes, coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Embora o Brasil não seja membro, participa do PISA como convidado. Cada país participante tem o apoio de uma coordenação nacional, a qual, no Brasil, é o Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

O PISA avalia jovens na faixa de 15 anos. A primeira edição do PISA foi em 2000, sendo que a prova ocorre a cada três anos visando a avaliar três áreas: Ciências, Matemática (resolução de problemas) e Língua Portuguesa (Letramento em Leitura).

O objetivo do Pisa é produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria do ensino básico. A avaliação procura verificar até que ponto as escolas de cada país participante estão preparando seus jovens para exercer o papel de cidadãos na sociedade contemporânea (INEP, 2015, p. 1).

Conforme o INEP, o PISA produz indicadores que fornecem subsídios para que os países participantes estabeleçam suas políticas educacionais nacionais. Em decorrência do PISA e dos compromissos internacionais, a partir de 2002 se institucionalizam, no Brasil, as avaliações em larga escala, a exemplo da Prova Brasil, que, juntamente com dados sociodemográficos, contribuem para a formação

do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que serve para verificar se as metas educacionais estão sendo alcançadas.

Diante do exposto, torna-se necessário estabelecer as diferenças entre avaliação da aprendizagem escolar (aquela que ocorre no âmbito escolar) e Avaliação Externa, baseada em testes padrões. Para Luckesi (2010):

O que diferencia essas duas modalidades de avaliação — avaliação da aprendizagem e avaliação do sistema de ensino? A avaliação da aprendizagem tem como função dimensionar a qualidade da aprendizagem dos educados em sala de aulas e — no caso da avaliação de acompanhamento do educando no seu percurso de aprender —, se necessário, proceder a uma intervenção de correção na aprendizagem (ensinar de novo, se necessário); já a avaliação dos sistemas de ensino tem a função de verificar a qualidade do sistema em termos de sua eficácia em produzir os resultados desejados (LUCKESI, 2010, p. 1).

Em outras palavras, o ato de avaliar a aprendizagem escolar, para Luckesi (2011), é investigar, para identificar, diagnosticar o que o estudante sabe e o que não sabe ainda sobre o conteúdo que foi trabalhado, para que o professor possa realizar as intervenções didático-pedagógicas necessárias para que o estudante possa, assim, aprender.

Neste sentido, a avaliação da aprendizagem pode ser diagnóstica, dinâmica e inclusiva. Dizemos isso, pois ela permite não apenas a coleta e a apresentação de dados, mas utiliza-se por meio de diferentes instrumentos, como: avaliação diagnóstica, formativa, somativa, autoavaliação e cooperativa. Os dados que emergem dessa avaliação pode dizer da aprendizagem dos estudantes, fornecendo ao professor e a equipe pedagógica a oportunidade de analisá-los e elaborar estratégias que favoreçam a aprendizagem e a minimização das dificuldades que se os estudantes, por ventura evidenciem. O autor postula que não basta fazer uma verificação da aprendizagem, por meio de exames, para classificar o estudante, uma vez que o exame é pontual, e capta o que o estudante sabe naquele exato momento, não importando o que sabia antes e o que virá a conhecer depois. Desta forma, avalia-se para excluir; e para que a avaliação da aprendizagem escolar seja processual, que permita acompanhar o processo de aprendizagem do estudante, extrapolando o espaço da sala de aula, ela precisa ser diagnóstica<sup>8</sup> e formativa<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Diagnóstica, *fem. de diagnóstico*, no sentido de capaz de distinguir, de discernir Houaiss (2019).

<sup>9</sup> Formativa, *fem. de formativo*, que serve para formar; formador, formante Houaiss (2019).

Importante, neste sentido, que o docente de Matemática se aproxime da proposta de avaliação defendida por Hoffmann (2000), a qual valoriza o erro da tentativa do estudante no processo de construção da aprendizagem, pois as tentativas de acerto podem revelar dados importantes sobre o raciocínio que o estudante desenvolveu para elaboração da resposta. Ou seja, o professor, ao estabelecer as análises, poderá compreender e estabelecer novas estratégias de intervenção mais assertivas, para encorajar o estudante em seu processo de aprendizagem e na superação das dificuldades apresentadas. Nesse contexto mais amplo sobre avaliação e a avaliação escolar em Matemática, precisamos compreender melhor a avaliação do professor da disciplina e seus encaminhamentos voltados à Modelagem Matemática.

### **3.1 A avaliação na modelagem matemática**

Tradicionalmente, na prática pedagógica do ensino de Matemática, a avaliação tem se concentrado nos conhecimentos específicos e no apontamento de erros. É normalmente uma avaliação somativa, que seleciona os estudantes e os compara entre si ao atribuir-lhes a eles um valor numérico em função das notas alcançadas.

A avaliação somativa é uma avaliação da aprendizagem que habitualmente é realizada ao final dos trabalhos e funciona como um balanço final, não levando em consideração todo o processo. É estática, verificativa e quantitativa.

Segundo D'Ambrósio (1993, p. 38) “predomina, portanto, um ensino em que o professor expõe o conteúdo, mostra como resolver alguns exemplos e pede que os alunos resolvam inúmeros problemas semelhantes”.

Mutti (2016) se refere a esse método tradicional de ensinar Matemática como:

Balizado na preocupação com reprodução do conhecimento de forma sistemática e linear, acaba colaborando para que os professores apresentem dificuldades em vislumbrar as vantagens provenientes da implementação de inovações pedagógicas, dentre as quais a Modelagem, em suas aulas (MUTTI, 2016, p. 72).

Quando falamos que professores se utilizam pouco da Modelagem Matemática na sala de aula, precisamos lembrar que geralmente não fazemos uso

de algo que não dominamos ou que não tenhamos um conhecimento no mínimo razoável para seu desenvolvimento na sala.

Tambarussi e Klüber (2014) dizem que há uma ampliação de pesquisas voltadas à Formação Continuada de Professores em Modelagem Matemática e ressaltam a importância de pensar nessas formações para além da pesquisa; porém, existem poucas iniciativas nesse sentido.

Ampliando este debate, cumpre destacar o inferido por Veleza, que afirma ter um “[...] número inexpressivo de pesquisas sobre avaliação em Modelagem Matemática evidenciando a necessidade de aprofundamento do tema” (VELEDA, 2018, p. 14).

Ao adotar a Modelagem Matemática como metodologia, se faz necessário também dar atenção à temática da avaliação; afinal, uma metodologia dinâmica, ativa, que proporciona ao estudante construir seu conhecimento, requer também uma avaliação dinâmica. Uma avaliação que enseja e solicita um educando como participante de todas as suas fases e, ainda, que seja capaz de diagnosticar e indicar formas para vencer os obstáculos e superar os objetivos que ainda não foram atingidos, ou ainda, fornecer subsídios para que os aprofundamentos necessários à sua formação e à formação do coletivo sejam desenvolvidos.

Afinal, um olhar de aprendizagem fragmentada, mecânica, isolada e reducionista, transforma o processo avaliativo num processo padronizado, que não leva em consideração particularidades, tampouco valoriza conhecimentos e conceitos prévios, bem como, compromete uma avaliação, pois não supera a visão disciplinar do conhecimento e não proporciona alterações na maneira de olhar e desenvolver o estudante, a sua aprendizagem e os seus conhecimentos como busca a Modelagem Matemática.

Essa carência de um instrumento avaliativo de aprendizagem dos estudantes, condizente com as especificidades da Modelagem Matemática, como afirmam Figueiredo e Kato (2012), constituem-se um dos principais fatores de dúvidas ou receio do desenvolvimento da Modelagem Matemática na sala de aula. E com essa inquietação, as autoras, tentam elaborar parâmetros para a avaliação da aprendizagem significativa do aluno no uso dessa tendência na sala de aula. Os parâmetros estabelecidos por Figueiredo e Kato (2012) e Figueiredo (2013) avaliam muito mais os efeitos da atividade de Modelagem Matemática na aprendizagem dos

alunos do que a atividade de Modelagem Matemática em si, pois defendem que a aprendizagem significativa é objetivo do processo de ensino e aprendizagem, afinal “não basta aprender, é necessário aprender com significado” (FIGUEIREDO; KATO, 2012, p. 278).

O embasamento das autoras está na Teoria da Aprendizagem Significativa para abarcar o “aprender matemática com significado” (FIGUEIREDO; KATO, 2012, p. 281) e esse aprender está, em certo sentido, articulado com a atribuição/aquisição de significado para conteúdos matemáticos. Dois aspectos relativos ao significado são considerados: as relações que os alunos estabelecem entre conteúdos matemáticos e a situação do dia a dia e as relações que os alunos estabelecem com outras situações em que “ao mesmo tempo em que o professor avalia o significado atribuído aos conceitos matemáticos, os alunos têm a oportunidade de formalizar esses conceitos e reconhecer que eles podem ser utilizados em outras situações” (FIGUEIREDO; KATO, 2012, p. 286).

A Teoria da Aprendizagem Significativa tem como uma de suas principais características considerar os conhecimentos prévios que o indivíduo possui em sua estrutura cognitiva, como a organização dos conteúdos, ideias, conceitos e proposições relevantes para a aprendizagem. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) evidenciam algumas condições para que ocorra a aprendizagem significativa, das quais destacam-se a existência de conceitos prévios nas estruturas cognitivas que sirvam de base para o novo conhecimento a ser aprendido, dando significado a ele e a motivação dos alunos para aprender relacionando de forma não arbitrária ou substantiva o novo conhecimento. Essa relação não deve ser de forma aleatória, mas como uma sequência, detalhamento e/ou aperfeiçoamento dos conceitos prévios (RORATTO; NOGUEIRA; KATO, 2011).

O que se espera é que quando o estudante participe ativamente do processo de ensino e aprendizagem ele seja capaz de dar significado à sua aprendizagem, de visualizar seus erros, ainda que essas capacidades dependam das argumentações e questionamentos dos colegas e do professor, e nem sempre isso acontece naturalmente. Instigar os estudantes a questionarem e serem capazes de verificar se o modelo encontrado representa/soluciona a situação-problema estudada é fundamental para o sucesso da realização de uma atividade de Modelagem Matemática e é parte importante da avaliação do estudante.

Para tanto, a exposição dos objetivos, métodos e estratégias adotadas por parte dos discentes se faz necessária para o sucesso dessas correções e revisões, bem como levar em consideração a heterogeneidade dos estudantes, de diferentes faixas etárias, situações sociais, econômicas, étnicas e religiosas, os diferentes níveis de dificuldades de aprendizagem, vislumbrando o processo de integração à sociedade em que vivem.

Compreender que os estudantes trazem consigo vivências diferentes, condições culturais e econômicas distintas faz toda a diferença no processo avaliativo e a análise dessas vivências a partir das pesquisas e discussões no desenvolvimento das práticas de Modelagem Matemática caracterizam uma avaliação diagnóstica que não necessariamente precisa estar atrelada a uma nota, mas, sim, como parte do processo de interação do tema e da situação-problema a ser estudada.

Para Biembengut e Hein (2009), o ensino da Matemática deve proporcionar ao aluno a formação matemática; a capacidade para analisar e resolver problemas; experiência em pesquisas; a habilidade de utilizar recursos tecnológicos e a capacidade de trabalhar em grupos. Observar o desenvolvimento dessas capacidades, bem como perceber a evolução do estudante, são aspectos que podem e devem fazer parte do processo avaliativo.

É preciso entender que a quantidade de trabalhos, provas, portfólios, seminários, autoavaliações não caracterizam critérios de avaliação, mas, sim, instrumentos. Em avaliação “critérios são parâmetros, normas e regras que servem como base e referência para análise e interpretação dos resultados” (DEPRESBITERIS; TAVARES, 2009, p. 64). Assim, é preciso determinar os critérios para escolher e elaborar os métodos de avaliação.

Esses métodos devem coletar todos os dados para revelar o que o estudante aprendeu, devem ter uma linguagem compreensível, serem compatíveis com os conteúdos trabalhados e devem estar de acordo com a metodologia utilizada. É fundamental que o professor deixe claro aos estudantes os critérios e os indicadores de avaliação adotados, bem como os instrumentos a serem utilizados.

Para a definição dos métodos avaliativos é fundamental compreender que a avaliação como aprendizagem é uma concepção que enfatiza o papel do estudante no processo de aprendizagem e de avaliação. No qual o estudante deve reconhecer

os seus progressos para sinalizar os seus próximos objetivos de aprendizagem. Essa concepção de avaliação deve acontecer a todo o momento, quando se desenvolve uma atividade de Modelagem Matemática. Para isso, o professor deve apurar o conhecimento dos estudantes, suas percepções e equívocos, para planejar suas aulas e encaminhamentos pedagógicos.

Dessa forma, a avaliação é um artifício que deve favorecer a aprendizagem, se colocando como uma avaliação formativa que deve ser integrada ao ensino, permitindo ao docente compartilhar os objetivos de aprendizagem com os estudantes.

A avaliação pode ser subjetiva, pelo empenho do estudante, na assiduidade, na realização das tarefas propostas e na dedicação em colaborar com seus pares; ou ainda pode ser uma avaliação objetiva, por meio do conhecimento matemático, da produção de um trabalho de Modelagem Matemática em grupo e posterior aplicação do conhecimento. Mas, em ambos os casos, é indispensável que essa avaliação seja contínua e leve em consideração todo o processo.

Ressalta-se ainda que ao pensar na Modelagem Matemática como uma tendência da Educação Matemática que tem caráter de ampla formação, uma vez que está embasada em aspectos construtivistas, cognitivistas e sociointeracionistas, capaz de desenvolver inúmeras habilidades como a criatividade, criticidade, autonomia e várias outras já destacadas, é necessário pensar numa avaliação contínua e formativa que leve em consideração a evolução do estudante ao longo de todo o processo.

Ao encontro com o exposto anteriormente, a proposta de avaliação sistêmico-crítica contempla a proposta da Modelagem Matemática, pois se caracteriza como uma avaliação formativa “que se baseia em uma visão acerca da natureza das interações sociais que se estabelecem em sala de aula entre professor e estudantes e entre os estudantes, difere da visão dita tradicional” (VELEDA, 2018, p. 123).

Ainda segundo a autora, o quadro abaixo busca sintetizar e elucidar como esses elementos se configuram e se relacionam em uma atividade de modelagem matemática e nos permitiram organizar algumas dimensões da avaliação sistêmico-crítica.

<b>Paradigma</b>	<b>Dialógico-crítico</b>
Metodologia	Dialógica
Ocorrência	Integrada ao ensino e à aprendizagem
Responsabilidade pela aprendizagem	Compartilhada
Função do professor	Orientador e mediador
Função do estudante	Protagonista
Função da avaliação	Formação ampla (conhecimentos escolares e Funções Psicológicas Superiores)
Objetivo da avaliação	Avaliação para a aprendizagem

**QUADRO 1** - Elementos da Avaliação Sistêmico-Crítica

**Fonte:** VELEDA, 2018

Portanto, a *avaliação da aprendizagem*, proposta como uma constatação do que o estudante é capaz de reproduzir do que lhe foi transmitido, geralmente considerada como o limite intransponível pelo estudante, deve passar à *avaliação para a aprendizagem*, servindo ao propósito da aprendizagem do estudante, sua transformação, seu desenvolvimento.

Ao pensar na avaliação da aprendizagem dos estudantes, entende-se que o processo avaliativo dentro da prática da Modelagem Matemática proporciona ao estudante o desenvolvimento da autoestima, da responsabilidade, da criticidade, da autonomia, do pensamento lógico, da linguagem matemática, da capacidade de tomar decisões, de formar e generalizar conceitos, tornando, assim, as aulas muito mais interessantes e promovendo o sucesso no processo de ensino e aprendizagem, convergindo com abordagens da Modelagem Matemática, promovendo estratégias que auxiliem o professor e o estudante nessa compreensão do processo de avaliar.

Na sequência, no Capítulo 4, discutiremos o método PSA, bem como contribuições no processo avaliativo, além disso, é neste capítulo que serão discutidos os critérios para avaliar o desenvolvimento da Modelagem Matemática pelos estudantes e constituída a ficha avaliativa.

## CAPÍTULO 4

### PSA – AVALIAÇÃO POR PARES E AUTOAVALIAÇÃO

O PSA (*Peer and Self Assessment*), cuja tradução é “avaliação por pares e autoavaliação”, é um método desenvolvido para avaliar o estudante por meio de dinâmicas, em que ele faz sua autoavaliação e avalia o seu colega nas atividades desenvolvidas em grupos. Busca-se um método que colabore com a avaliação dos estudantes com suas distribuições de carga de trabalho regular nos grupos, que visa a reconhecer os objetivos, habilidades, motivações e as reais contribuições de cada indivíduo.

O método pode contribuir para que o estudante desenvolva responsabilidade, traz uma abordagem de pesquisa-ação<sup>10</sup> para o desenvolvimento e avaliação de uma estratégia de autoavaliação entre pares, para promover a participação dos estudantes em um currículo centrado no estudante, e justiça na avaliação do trabalho em grupo (KAUFMAN; FELDER; FULLER, 2000).

Autores como Brooks e Ammons (2003), Conway, Kember, Sivan e Wu (1993), Freeman (1995), Kaufman, Felder e Fuller (2000), Michaelsen (1992), November (2012), Somervell (1993), Freeman e Mckenzie (2002), Kaufman e Schunn (2010), Chen e Lou (2004) e Liu e Carless (2006), usam o termo PSA como na literatura internacional, já que não encontramos na bibliografia nacional termo equivalente e consensual. Esses autores abordam o termo PSA em diversos contextos que envolvam atividades de autoavaliação e avaliação entre pares, podendo ser no Ensino Básico, no Ensino Superior e até mesmo em empresas, com atividades voltadas à avaliação de trabalhos em grupos e à autoavaliação.

No processo de ensino, a avaliação de si mesmo e dos pares são aspectos importantes da prática de "avaliação para o aprendizado". Avaliar o seu próprio trabalho ou o de outros pode ajudar os estudantes a desenvolver sua compreensão dos resultados de aprendizagem pretendidos e dos critérios de avaliação. A avaliação pelos pares, no contexto da sala de aula é uma das soluções sugeridas (SOMERVELL, 1993 [tradução nossa]).

---

<sup>10</sup> *Pesquisa-ação* educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos (TRIPP, 2005, p. 3).

Segundo Freeman (1995, [tradução nossa]), o trabalho em grupo pode ser usado para encorajar a aprendizagem e promover a autonomia dos estudantes, transferindo uma parte da responsabilidade do ensino e aprendizagem para os estudantes.

Os pares e a autoavaliação desempenham um papel importante na obtenção de uma aprendizagem ativa em um ambiente colaborativo. A aprendizagem do estudante pode ser promovida por grupo de tarefas de avaliação. As atribuições do grupo, projetos, estudos de caso, tarefas de investigação, ensaios e apresentações, têm seus benefícios, que pode aprender e ensinar ao mesmo tempo, formando o pensamento crítico, que é construído por meio de discussões embasadas e levando em consideração opiniões divergentes (MICHAELSEN, 1992 [tradução nossa]).

Os estudantes muitas vezes gostam de aprender em equipes e de desenvolver habilidades de trabalho em grupos, mas consideram a avaliação da equipe como injusta se houver uma recompensa igual por contribuições desiguais. Com a autoavaliação e avaliação por pares como métodos avaliativos em destaque por diversos autores internacionais, tanto na área acadêmica de nível básico, como de nível superior e, até mesmo na avaliação em ambientes empresariais, vimos a necessidade de elaborar um método de avaliação PSA na Modelagem Matemática, segundo a análise de professores familiarizados na área.

Ressaltamos que o movimento no qual nos envolvemos e que levou-nos, orientados por nossa interrogação, a elaborar um método de avaliação segundo a análise dos professores familiarizados com a Modelagem, deu-se a medida em que olhamos, num primeiro esforço, e vimos que na literatura nacional da área não haviam pesquisas alinhadas a isso, ainda que a relevância de se focar a avaliação fosse ressaltada por pesquisadores como Veleda (2018).

Diante disso, vimos a discussão acerca da avaliação em Modelagem como campo de pesquisa em aberto e, ao nos familiarizarmos com a proposta do PSA na literatura e em outras áreas do conhecimento, e demo-nos conta da possibilidade de interrogarmos sua pertinência no âmbito da avaliação em Modelagem, ouvindo professores que a vivenciam.

Visando esclarecer pormenores relacionados com o PSA e, destacadamente, seus possíveis reflexos no processo de avaliação, nos dedicaremos a essa discussão a seguir.

#### 4.1 Contribuições de PSA no processo avaliativo

O termo avaliação é frequentemente interpretado como se referindo a marcação, medição ou classificação e, como consequência, a avaliação por pares é classificada como sendo aquela em que estudantes atribuem notas uns aos outros. No entanto, o envolvimento dos pares e a autoavaliação pode ser mais do que o professor compartilhar com os estudantes a responsabilidade de classificação.

Uma avaliação confiável depende de saber o que se está tentando avaliar e por quais meios se chega a um julgamento satisfatório. O engajamento intelectual com resultados, critérios e padrões está no cerne do envolvimento do estudante na avaliação e pode levar a uma maior clareza sobre a natureza do desempenho de alta qualidade. A avaliação pelos pares é definida como os estudantes que avaliam o trabalho ou o desempenho de seus pares usando critérios relevantes (FALCHIKOV, 2001). Se as notas são concedidas ou não, a ênfase está nos padrões e como a interação entre pares pode levar a melhor compreensão e a um melhor aprendizado.

Para Deakin (2013), avaliação por pares pode ajudar os estudantes a compreender o processo de avaliação, ajudando-os a assumir o controle de sua própria aprendizagem e avaliação, colaborando para tornarem-se pessoas mais independentes. Ademais, pode também ajudá-los a adquirirem diferentes habilidades-chave transferíveis, como autorreflexão, gerenciamento de tempo e habilidades organizacionais e de equipe, altamente valorizadas no ambiente escolar e no cotidiano da sua vida adulta.

As avaliações podem ser de dois tipos, a formativa e a somativa e o PSA pode desempenhar um papel vital na avaliação formativa e também serem usadas como componente para avaliação somativa, ajudando a fornecer resultados de desejo de querer aprender (motivação intrínseca)<sup>11</sup> de necessidade de aprender (motivação extrínseca)<sup>12</sup> de aprender fazendo (prática, tentativa e erro), de aprender por meio de *feedback* (elogios, críticas construtivas)<sup>13</sup> e de fazer sentido ou “digerir” o que foi aprendido (DEAKIN, 2013).

---

<sup>11</sup> *Intrínseca* – que faz parte de ou que constitui a essência, a natureza de algo; que é próprio de algo; inerente (HOUAISS, 2019).

<sup>12</sup> *Extrínseca* – que não pertence à essência de algo; que é exterior (HOUAISS, 2019).

Quando usamos o termo avaliação formativa, nos referimos ao que Hoffman (2000) diz:

Essa forma avaliativa ajuda o aluno a aprender, a conhecer, a aprender, a saber, e a ser, cuja finalidade é a qualidade de informações transmitidas ao aluno, esse processo deve ser contínuo, onde o aluno tem a oportunidade de desenvolver suas habilidades e aptidões e o professor observando inclusive as dificuldades e ajudando-o a superá-las. É o tipo de avaliação que deveria prevalecer em todas as escolas (HOFFMANN, 2000, p. 59).

Já a avaliação somativa tem como objetivo transformar em números o nível do aprendizado adquirido pelo estudante, apresentando resultados classificatórios, hierarquizando, ou seja, tudo se traduz num processo quantificado pelo qual se verifica se o estudante aprendeu ou não. Serve para estabelecer o nível de aprendizado do estudante, ter a certeza de que esse nível foi atingido e comunicar o estudante quanto a esse resultado. Ainda, segundo Hoffman (2000), a avaliação somativa

Tem como ponto central alcançar determinada nota, uma média para “passar” de ano, aprovar ou reprovar, onde os alunos são julgados ou comparados pelas notas que conseguem, não sendo preparados para questionamentos, apenas para aceitarem o que é repassado, se o aluno apresentar dificuldades ele não receberá ajuda no que de fato precisa (HOFFMAN, 2000, p. 60).

Ao abordar essas duas formas de avaliações, não podemos nos esquecer que a autoavaliação e avaliação por pares (PSA) é valiosa quando a evidência a ser avaliada é intrinsecamente pessoal, fazendo parte da sua essência e o retorno da avaliação (*feedback*) pode ser anônimo, permitindo que os estudantes tenham um ‘espaço’ confortável para dar esse retorno construtivo e receber a sua avaliação.

Segundo Pinto (1994), esta troca de experiências (interação entre pares) permite aos alunos maior autonomia na organização do seu trabalho e na construção das aprendizagens, assim como permite uma melhor compreensão do erro, porque o fato de chegarem a um consenso entre eles (aluno-aluno) permite-lhes perceber onde, como e por que se errou, sendo desta forma mais fácil poderem obter sucesso. Ainda, na opinião desse autor, essa troca de experiências, ou seja, essa partilha de saberes desenvolve o mecanismo de correção dos próprios erros, tornando-se muito positiva.

Tendo destacado as contribuições do PSA para o processo avaliativo, abordaremos, na sequência, os critérios de desenvolvimento do PSA na Modelagem Matemática, que são a base para a elaboração da ficha avaliativa que será utilizada

pelos estudantes na sala de aula, juntamente com professores familiarizados com a Modelagem Matemática. Critérios esses que serão percorridos detalhadamente na sequência.

#### **4.2 Critérios de desenvolvimento de processos de autoavaliação e avaliação por pares**

Como forma de cooperação e colaboração no desenvolvimento do ensino e aprendizagem, aproveitando o ambiente em grupo, a interação entre os colegas, onde o estudante possa se sentir integrado, deixando de lado a competição e a individualidade, autores como Firmiano (2011), Cunha e Uva (2016), Lopes e Silva (2009), apresentam a aprendizagem cooperativa e a aprendizagem colaborativa como alternativas positivas.

Existem discussões quanto ao uso e significado dos termos cooperação e colaboração. Para Vygotsky (2007) a Aprendizagem Cooperativa e a Aprendizagem Colaborativa têm o compromisso de viabilizar meios para que o conhecimento seja socialmente construído, por meio da construção e reconstrução de significados.

No meio de estudos referentes à aprendizagem, a extensão das palavras colaborar e cooperar direciona os pesquisadores para reflexões relacionadas à expressão adequada que deve ser adotada para designar o processo em que membros de uma equipe se auxiliam mutuamente e acreditam uns nos outros para alcançar objetivos comuns.

Segundo Torres e Irala (2014), existe diferença entre as duas aprendizagens: na colaborativa, há um engajamento mútuo dos participantes em um esforço coordenado para a resolução do problema conjunto; há ausência de hierarquia. Na cooperativa, existe uma divisão mais clara de tarefas a serem realizadas pelos participantes, a estrutura hierárquica prevalece e cada um dos membros da equipe é responsável por uma parte da tarefa.

Para Lopes e Silva (2009), a Aprendizagem Cooperativa, em suma, surge quando “os alunos se ajudam no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor, visando adquirir conhecimentos sobre um dado objeto” (LOPES; SILVA, 2009, p. 4) tendo sempre o professor como protagonista e indicando o caminho a seguir.

Em linhas gerais, a diferença sutil entre o significado dos dois termos reside no fato de o processo de cooperação ser mais controlado pelo professor, enquanto na colaboração o aluno possui um papel mais ativo (TORRES; IRALA, 2014, p. 68).

Uma das diferenças já mencionadas da aprendizagem colaborativa está em o estudante possuir um papel mais ativo, que acaba funcionando como uma estratégia de ensino na qual os estudantes de vários níveis de desempenho trabalham juntos em pequenos grupos tendo uma única meta, que, por sua vez, proporciona a interatividade. Torres e Irala (2014) apresentam uma distinção entre os dois conceitos de aprendizagem,

Desse modo, pode-se dizer que os dois conceitos, o de “cooperação” e o de “colaboração”, referem-se a atividades desenvolvidas em grupo com objetivos comuns, apresentando, porém, diferenças fundamentais no que tangem à dinâmica do trabalho em conjunto, à constância da coordenação e, principalmente, à filosofia inerente aos dois conceitos, sendo o processo colaborativo mais profundo e complexo do que o processo cooperativo. (TORRES; IRALA, 2014, p. 69).

Nessa abordagem de trabalho em grupo, baseado no aluno como protagonista no desenvolvimento das atividades, colocamos como foco de estudo a Aprendizagem Colaborativa. (TORRES; IRALA, 2014)

Para que se possa desenvolver a aprendizagem colaborativa, precisamos estar atentos a uma das estratégias de *capacidades*<sup>14</sup>, de *competência*<sup>15</sup>, visando usar a maior variedade possível de atividades de aprendizagem para melhorar a compreensão de um assunto. Lopes e Silva (2009) abordam três importantes enfoques da aprendizagem cooperativa: a *Motivação*, a recompensa individual alcança-se pelo desempenho do grupo; a *Coesão Social*, os alunos ajudam-se porque desejam o seu sucesso, e as *Interações Cognitivas*, que são as interações entre alunos. Juntas, estas vão melhorar o desempenho entre alunos pelo “desenvolvimento proximal<sup>16</sup>” (LOPES; SILVA, 2009, p. 5).

Segundo Kaufman, Felder e Fuller (2000), a aprendizagem cooperativa é um paradigma instrucional no qual equipes de alunos desenvolvem tarefas estruturadas (por exemplo, trabalhos de casa, experimentos de laboratório ou projetos). Conforme

---

<sup>14</sup> *Capacidades*, habilidade física ou mental de um indivíduo; aptidão (HOUAISS, 2019).

<sup>15</sup> *Competência*, soma de conhecimentos ou de habilidades (HOUAISS, 2019).

<sup>16</sup> *Desenvolvimento proximal ou desenvolvimento imediato*, “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas”. É, pois, um domínio psicológico em constantes transformações, aquilo que a criança é capaz de fazer com a ajuda de alguém hoje, ela conseguirá fazer sozinha amanhã (VYGOTSKY, 1988, p. 112).

os autores, para ter este caráter cooperativo, a aprendizagem deve atender a cinco critérios: 1) interdependência positiva; 2) responsabilidade individual; 3) interação face a face; 4) uso apropriado de habilidades colaborativas e, 5) autoavaliação regular do funcionamento da equipe. Esses critérios são as bases para a construção da aprendizagem cooperativa. A estrutura e a forma da ficha de avaliação constituída nesse trabalho estão orientadas a atender a esses cinco critérios, distribuídos nas diversas questões.

Por isso, como forma de análise dos cinco critérios listados, primeiramente nos ateremos à interdependência positiva. Etimologicamente, a palavra interdependência é formada por inter + dependência e nos indica a relação de dependência entre uma coisa e outra. Segundo o Dicionário Houaiss (2019), o termo indica o estado ou qualidade de duas ou mais pessoas ou coisas ligadas entre si por uma recíproca dependência, em virtude da qual realizam as mesmas finalidades pelo auxílio mútuo ou coadjuvação recíproca.

Para ser positiva, a interdependência precisa ser equilibrada, ou seja, cada um deve dar o seu melhor, na mesma proporção, para o alcance do objetivo comum. Cada elemento percebe que está ligado aos outros e que o esforço de cada um é indispensável para o sucesso do trabalho do grupo. Não pode haver sucesso individual se o grupo inteiro não o tiver.

Percebemos que há *interdependência positiva (1)* quando os estudantes notam que “afundam” e “nadam” juntos, o que pode ser alcançado por meio de objetivos comuns, da divisão de trabalho, de material e de funções e, para além disso, fazendo com que parte da nota de cada estudante dependa do desempenho do resto do grupo (OLIVEIRA, 2014). Os membros da equipe devem acreditar que o esforço de cada pessoa beneficia não a si próprios, mas a todos os membros da equipe também.

Sobre a *responsabilidade individual (2)*. Segundo o Dicionário Houaiss (2019), a responsabilidade pode ser definida como a obrigação de responder pelas ações próprias ou dos outros. Lima (2012) afirma que o grupo deve ter a responsabilidade para alcançar seus objetivos e deve ser medida a contribuição individual de cada membro, para que se atinjam tais objetivos. Os estudantes devem aprender em conjunto para que possam, posteriormente, realizar mais como indivíduos.

Precisamos estar atentos ao analisar a responsabilização do grupo de maneira a medir quanto cada um contribui com o desempenho que o grupo conseguiu alcançar. Ainda, segundo Lima (2012), isso “tende a produzir um efeito mais ‘justo’ no desenvolvimento dos estudantes e, além disso, pode evitar o ‘efeito carona’, ou seja, o que somente os estudantes mais habilidosos façam todas as tarefas na tentativa de melhor desempenho para o grupo” (LIMA, 2012, p. 45).

Kaufman, Felder e Fuller (2000) também trazem a *interação face a face* (3) como mais um dos critérios da aprendizagem colaborativa. Segundo o Dicionário Houaiss, etimologicamente a palavra interação é formada por inter + ação, e significa ação recíproca de dois ou mais corpos, influência mútua de órgãos ou organismos inter-relacionados (HOUAISS, 2019, p. 1).

A interação face a face existe quando os indivíduos encorajam e facilitam os esforços de cada um para realizar as tarefas de modo a alcançarem os objetivos do grupo. Essa interação estimuladora está diretamente relacionada com a interdependência positiva, surge como forma de efetivar as relações que surgem da interdependência positiva e resulta nas possibilidades que permitem o trabalho em conjunto dos alunos (LOPES; SILVA 2009).

A interação face a face é também conhecida como sendo interação social: nada mais é que aquela que se desenvolve entre duas ou mais pessoas. Segundo Firmiano (2011), a interação face a face ou social se caracteriza por manter os alunos numa situação física que permita que cada um esteja frente a frente com os outros e, assim, os diferentes estudantes se encorajem e facilitem os esforços de cada um de modo a alcançarem os esforços do grupo.

Quando falamos em grupos, não podemos deixar de mencionar outro critério da aprendizagem colaborativa: o *uso apropriado de habilidades colaborativas* (4) ou *sociais*. O dicionário define habilidade como “aptidão para resolver problemas ou para agir como deve” (HOUAISS, 2019, p. 1). Segundo Caballo (2002), as habilidades sociais são o conjunto de capacidades comportamentais aprendidas e que fundamentam as interações sociais. Quem as domina tem um comportamento adequado e respeitoso em relação às atitudes, desejos, sentimentos, opiniões e crenças próprias e de terceiros. Ainda, segundo o autor, a assertividade é uma das características de quem viabiliza a solução de problemas situacionais e evita que outros apareçam futuramente.

Trazendo essa discussão para o contexto da sala de aula, podemos dizer que ao trabalhar em grupos podem emergir entre os estudantes a competição individual e as estratégias de aprendizagem cooperativa podem contribuir para que sejam resolvidas essas situações individualistas e, ao mesmo tempo, as competências cognitivas em sala de aula.

O quinto e último critério importante da aprendizagem cooperativa é a *autoavaliação regular do funcionamento da equipe* (5), na qual o grupo discute periodicamente o andamento do trabalho e reflete sobre o desenvolvimento das suas relações interpessoais. Por meio da autoavaliação, o sujeito ganhará mais confiança para produzir, criar mais livremente, sem medo dos erros que possa cometer. A autoavaliação promove a autoconfiança, aumenta a autoestima, propicia a aceitação de críticas e facilita as discussões acerca do trabalho feito pelos seus próprios pares.

É importante que esses cinco critérios abordados por Kaufman, Felder e Fuller (2000) estejam contemplados nessa ficha avaliativa para as atividades de Modelagem Matemática. Esta ficha, posteriormente, será avaliada por professores familiarizados da área.

Na sequência, faremos a abordagem de como ocorreu o processo de constituição da ficha avaliativa, que contempla os cinco critérios já abordados, o PSA e a Modelagem Matemática.

### **4.3 Constituição de uma ficha avaliativa para modelagem matemática**

Guiados por nossa interrogação de pesquisa: *O que se mostra de uma proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares - PSA - para professores familiarizados com a Modelagem Matemática?* somos conduzidos aos sujeitos significativos de nossa pesquisa, segundo Bicudo (2011, p. 67), “[...] os que vivenciam o fenômeno investigado”, no nosso caso, os professores familiarizados com a Modelagem Matemática.

Por meio da articulação das leituras (NOVEMBER 2012; FREEMAN 1995, KAUFMAN, FELDER e FULLER 2000, MICHAELSEN, 1992, SOMERVELL 1993), elaboramos a ficha com elementos de algum modo relacionados a qualquer concepção de Modelagem, essa opção se deu porque queríamos atingir, caso seja

viável, o maior número de professores e pesquisadores possível, evitando o isolamento dos resultados de nossa pesquisa.

A partir de uma escolha metodológica, propôs-se essa ficha avaliativa a um grupo de acadêmicos do 3º ano da graduação de Licenciatura em Matemática, em uma disciplina específica de Modelagem Matemática, na UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel, ministrada pelo professor Tiago Emanuel Klüber sendo utilizada a fim de testagem para o melhor desenvolvimento e adaptação, se necessário, da ficha avaliativa e da própria ação avaliativa e pedagógica do professor, sendo incorporada à sua ação pedagógica até o fechamento da disciplina. Após essa avaliação inicial, fizemos uma reanálise, incluindo na ficha avaliativa algumas sugestões elencadas por eles e outros tópicos observados por nós.

A ficha avaliativa deverá ser preenchida individualmente pelos membros do grupo e para facilitar a compreensão dos estudantes e a sintetização dos dados, unificamos as questões para serem respondidas embasando-se em cinco critérios: 1 – Nunca, 2 – Raramente, 3 – Às vezes, 4 – Frequentemente, 5 – Sempre, e uma questão aberta onde o estudante pode deixar mais contribuições para a atividade (Figura 2).

**Ficha Avaliativa** - Título ou Descrição da Atividade : \_\_\_\_\_ Professor (a): \_\_\_\_\_  
 Aluno: \_\_\_\_\_ N.º \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
**Por favor, avalie os seus colegas e se autoavale usando os seguintes critérios:**

	1. Nunca	2. Raramente	3. Às vezes	4. Frequentemente	5. Sempre
--	----------	--------------	-------------	-------------------	-----------

1) Quanto à *elaboração do problema*.

	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome
a) Contribui com ideias e opiniões?					
b) Escuta as opiniões e as ideias dos colegas do grupo?					
c) Teve dificuldade de concordar com a proposta definida no grupo?					

2) Quanto ao *levantamento dos dados* (pesquisa).

	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome
a) Colabora com o proposto na eficácia da busca dos dados?					
b) Expressa os desacordos de forma educada?					
c) Permanece a maior parte do tempo no grupo e não se distrai com outras atividades?					

3) Quanto à *busca pela solução*.

	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome
a) Escuta as opiniões e as ideias dos colegas do grupo?					
b) Consegue chegar a um consenso com os colegas do grupo?					
c) Teve dificuldade de encontrar a solução com a colaboração do grupo?					

4) Quanto ao *trabalho matemático*.

	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome
a) Contribuiu para a resolução matemática do problema?					
b) Teve dificuldade na solução matemática da atividade?					

5) Quanto à *apresentação dos resultados*.

	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome
a) Participa de forma efetiva na construção da apresentação?					
b) Participa da apresentação do trabalho?					

6) Quanto à *constituição do grupo*.

	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome
a) Você trabalharia novamente com esse grupo?					

7) Quanto ao seu *desempenho e ao desempenho do grupo*.

Avalie de 0 a 10 nessa questão	Nome	Nome	Nome	Nome	Nome
a) Atribua uma nota para você e seus colegas de (0 a 10)					

Gostaria de deixar mais alguma contribuição para essa atividade?

---

**FIGURA 2** – Ficha avaliativa proposta  
**Fonte:** A Autora

A (Figura 2) é a versão final da Ficha PSA que foi entregue para os estudantes. As questões que a compõe foram formuladas, analisadas e definidas baseando-se nos critérios: a) interdependência positiva; b) responsabilidade individual; c) interação face a face; d) uso apropriado de habilidades colaborativas e, e) autoavaliação regular do funcionamento da equipe, defendidos por Kaufman, Felder e Fuller (2000). Além disso, ela foi elaborada levando em consideração as compreensões que fomos constituindo por meio de leituras e reflexões de como se avaliar em Modelagem Matemática utilizando o PSA nas atividades desenvolvidas em grupos.

Na sequência, apresentaremos as questões que foram definidas e utilizadas para a Ficha PSA, os argumentos que direcionaram sua escolha, após leituras, reflexões e diálogos sobre PSA, avaliação e avaliação na Modelagem Matemática.

A Questão 1, “*Quanto à elaboração do problema*”, avalia:

- O desenvolvimento do grupo quanto à elaboração do problema da atividade a ser trabalhada com a Modelagem Matemática. Há atividades de Modelagem Matemática em que o professor já traz o problema para a sala de aula. Por esta razão, essa questão pode ser retirada;
- A interdependência positiva, onde o estudante deve perceber que cada um deve fazer o seu melhor para alcançar o objetivo comum;
- A responsabilidade individual, com objetivo de verificar o quanto cada um contribui com o desempenho que o grupo conseguiu alcançar, evitando o efeito “carona”;
- O uso apropriado de habilidade colaborativa, que é o conjunto de capacidades comportamentais aprendidas e que fundamentam as interações sociais, para verificar se eles estão integrados ao grupo;

A Questão 2, “*Quanto ao levantamento de dados*”, visa verificar:

- Na fase de levantamento de dados da atividade de Modelagem Matemática, englobando;

- A interdependência positiva, onde os estudantes precisam entender que integram um grupo em que todos têm objetivo comum e que um precisa do outro para este objetivo ser alcançado. Se um membro não colaborar, pode comprometer o resultado do grupo;
- A interação face a face, quando um encoraja e facilita os esforços do outro para alcançar os objetivos do grupo. Está diretamente ligada à interdependência positiva.

A Questão 3, “*A busca pela solução*”, visa a verificar:

- Se o estudante busca a solução com diversas opiniões no grupo;
- Se o grupo teve habilidade para trabalhar em equipe, ouvindo e respeitando as opiniões dos colegas;
- Se a equipe se autoavalia, discutindo periodicamente o trabalho do grupo, para dar maior autonomia e confiança para os integrantes, gerando confiança e autonomia entre eles;
- Se os integrantes encorajam uns aos outros, para que todos alcancem um objetivo comum.

A Questão 4, “*Quanto ao trabalho matemático*”, avalia:

- Se o estudante compreendeu sobre o conceito matemático envolvido na atividade de Modelagem Matemática;
- Se o estudante está participando e se tem a concepção de que a atividade de Modelagem Matemática aborda conceitos matemáticos importantes;
- Se houve a compreensão da resolução e/ou da interpretação dos resultados matemáticos da atividade de Modelagem Matemática.

A Questão 5, “*Quanto à apresentação dos resultados*”, busca:

- Apontar a responsabilidade de cada membro e a importância das habilidades de se trabalhar em grupo;

- Identificar quem domina as habilidades colaborativas, quem tem um comportamento adequado e respeitoso em relação às atitudes, desejos, sentimentos, opiniões e crenças próprias e de terceiros.

A Questão 6, “*A constituição do grupo*”, visa:

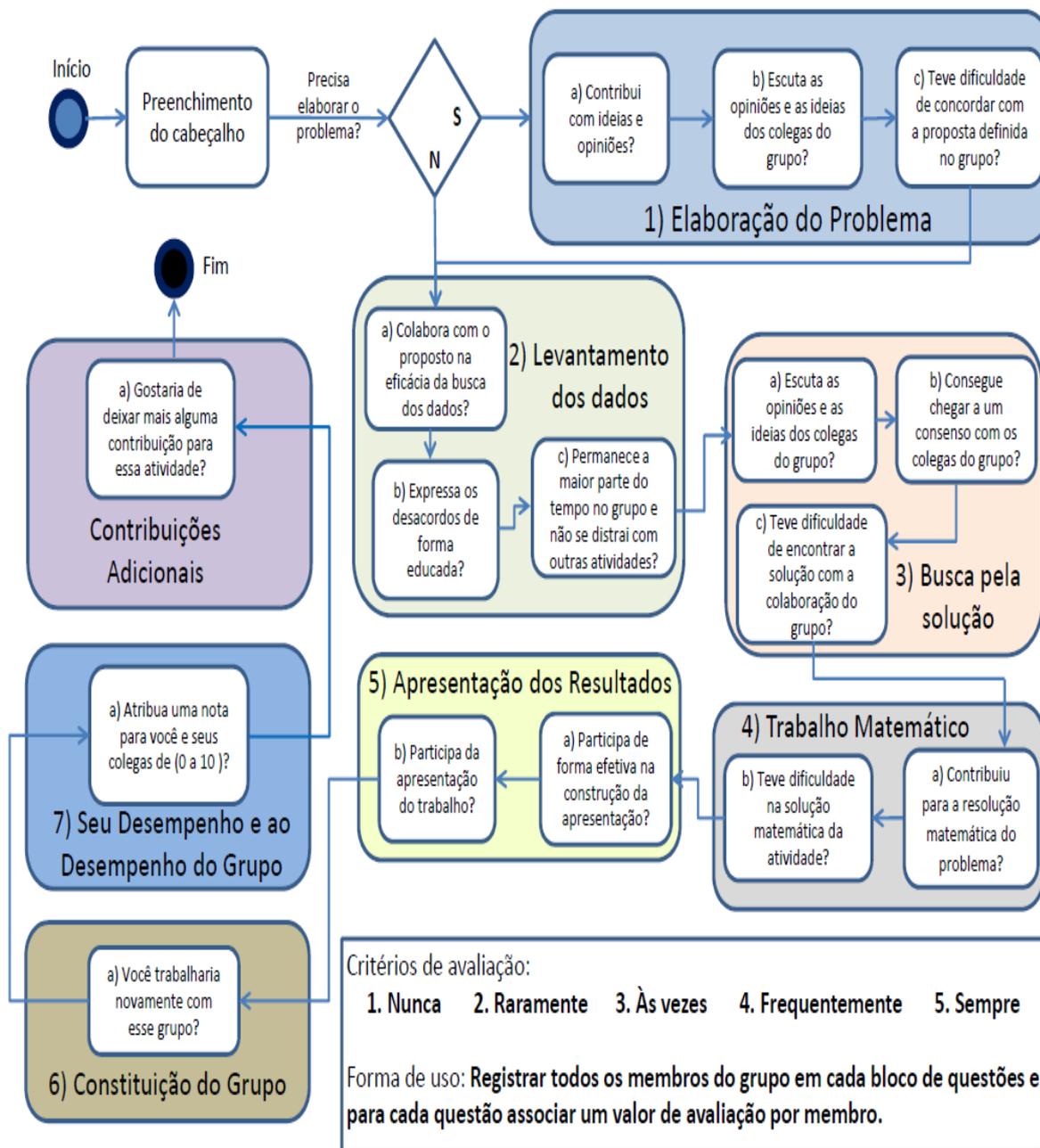
- Verificar se autoavaliação e a avaliação do grupo são constantes, por isso, busca-se saber se o sujeito pesquisado trabalharia novamente com o grupo.

A Questão 7, “*Quanto ao seu desempenho no grupo*”, verifica

- Se há profissionalismo; automonitoramento e a autorregulação; se ocorre a diminuição do parasitismo de alguns membros em atividades em grupos e principalmente na avaliação individual;
- A capacidade de tomar decisões, criticidade e a visão do individual e do todo;
- A interação entre os estudantes e entre os estudantes e docentes, através de propostas de atividades em grupo;
- Se parte da nota de cada estudante depende do desempenho do resto do grupo, para que ele consiga compreender a importância do desempenho do grupo.

Para finalizar, propõe-se uma questão aberta, na qual o estudante pode registrar sua contribuição, crítica ou sugestão sobre a atividade desenvolvida com seu grupo, sobre a utilização da ficha avaliativa durante essa atividade de Modelagem Matemática, aspectos de relacionamento e compreensão.

A partir dessa ficha avaliativa, vimos a necessidade da criação de um organograma que possa ajudar o professor a compreender a ficha, saber como deve proceder quando da sua aplicação. O mesmo deverá ficar disponível eletronicamente, para que o professor possa obter maiores informações e compreender o seu desenvolvimento, contribuindo para minimizar suas dúvidas (Figura 3).



**FIGURA 3** - Organograma – esquema gráfico da ficha avaliativa.

**Fonte:** A Autora

## CAPÍTULO 5

### DESCRIÇÕES E INTERPRETAÇÕES

Os dados a serem analisados nesta seção, foram obtidos com o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática por professores familiarizados com Modelagem Matemática na Educação Matemática, utilizando a ficha avaliativa proposta. Vale ressaltar que vimos abrirem-se dois caminhos para a localização desses sujeitos: o contato com o professor Rodolfo Eduardo Vertuan, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, *campus* Toledo e com o professor Tiago Emanuel Klüber, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste, *campus* Cascavel, ambos os professores do Programa de Pós-graduação do qual fazemos parte e que se dedicam, junto aos seus grupos de pesquisa, ao estudo da Modelagem Matemática sob distintos aspectos. Entramos em contato com o professor Rodolfo no mês de dezembro do ano de 2019, e combinamos de dar continuidade no início do ano letivo de 2020, porém, por conta da doença Covid-19, não foi possível dar prosseguimento ao trabalho junto ao referido professor.

O outro professor, Tiago Emanuel Klüber, orientador dessa dissertação, coordena os grupos da Formação Continuada de Professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, nas cidades de Cascavel, Francisco Beltrão, Foz do Iguaçu e Guarapuava. Os professores pertencentes ao grupo de formação da cidade de Guarapuava iniciaram o desenvolvimento da ficha avaliativa, porém, também devido à doença Covid-19, também, não conseguiram finalizar suas aplicações. Os sujeitos sobre os quais iremos discorrer nesse trabalho são cinco professores pertencentes ao grupo de Foz do Iguaçu, que conseguiram finalizar as atividades, ainda no ano de 2019.

#### **5.1 Sobre a constituição das unidades de significado, categorias abertas, descrições e interpretações**

Seguindo o movimento da pesquisa fenomenológica, nesta seção apresentaremos aquilo que se mostrou sobre o fenômeno interrogado após efetuarmos as audições dos materiais produzidos e transcrevermos o conteúdo através de relatos dos sujeitos envolvidos. Os momentos que surgem desse

movimento foram mostrando-se complementares à medida que, sob a luz de nossa interrogação de pesquisa: *O que se mostra de uma proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares - PSA - para professores familiarizados com a Modelagem Matemática?* as unidades de significado foram sendo destacadas e entrelaçando-se, pois, elas ” [...] se constituem pontos de partida das análises, [...] busquem pelo dito em textos que se mostrem significativo em relação a pergunta formulada “ (BICUDO, 2011, p. 50).

Nesse sentido, “a descrição descreve o movimento dos atos da consciência. Ela se limita a relatar o visto, o sentido, ou seja, a experiência como vivida pelo sujeito [...] apenas exposição do vivido como sentido ou percebido” (BICUDO, 2011, p. 45-46). Em outras palavras, a descrição aqui realizada é ao nível do visto, ou seja, do ato de sempre interrogar, o que se mostra. Assim, diferentemente de uma interpretação, assumimos o termo descrição como a atribuição, ela admite “[...] uma abordagem descritiva se limita ao dado, e a razão, como uma descrição suficientemente rica dele, comporta por si mesma uma explicação do fenômeno” (GIORGI, 2010 p. 395).

As unidades de significado, “[...] são os invariantes que fazem sentido para o pesquisador a partir da pergunta formulada” (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 98) e são “situações vividas pelos sujeitos e percebidas pelo pesquisador” (BICUDO, 2011, p. 103). As unidades foram surgindo, conforme fomos realizando um esforço com as leituras dos materiais transcritos e de trechos significativos, que pudéssemos destacar as unidades de significado que diziam de nosso fenômeno investigado.

Após destacarmos essas unidades de significado que ficam registradas no *Software Atlas.Ti*, agrupamo-las de acordo com as convergências que as aproximavam. Conforme indicação de nosso orientador, para facilitar a organização e interpretação dessas unidades, as exportamos sob a forma de uma planilha eletrônica, para então destacarmos em uma das colunas (comentário) desta planilha o que consideramos essencial de cada unidade de significado, realizarmos as convergências e assim, estabelecermos as categorias abertas.

No Quadro 2 abaixo, apresentaremos o modo como as unidades de significado foram elencadas, com seus respectivos códigos de referência, aos documentos primários. O número que vem primeiro representa o documento primário do qual foi selecionado o excerto do texto de onde a unidade de significado

foi destacada e o segundo, refere-se à localização da unidade de significado no documento primário correspondente.

ID	Conteúdo de Citação	Comentário	Códigos	Referência	Modificado por
1:1	Muito se fala nessa tendência da educação matemática como diferencial no ensino e aprendizagem dos alunos como uma possível metodologia “ativa” em que o aluno toma a frente e se torna responsável pela resolução das atividades sem a interferência do professor.	Um modo de tornar o aluno responsável;	Que o aluno é o protagonista.	149 - 404	Sibeli
1:2	O professor fica no papel do mediador	Um modo de permitir ao professor continuar na condição de mediador;	Que o professor é o mediador.	406 - 442	Sibeli
1:3	O aluno na maioria das vezes não participa desse processo de avaliação,	Modo de o aluno participar do processo	Que o aluno não integra o processo de avaliar.	558 - 628	Sibeli
1:4	O professor age como no método tido como tradicional em que se torna o único responsável por avaliar aquilo que foi desenvolvido pelos grupos dos alunos.	Modo de romper com a avaliação tradicional;	Que no método tradicional o professor não compartilha do momento de avaliar com o aluno.	630 - 782	Sibeli
1:5	Essa ficha vem de encontro com esses aspectos em que o professor era, na maioria das vezes ou todas as vezes, o único responsável por avaliar	Modo de contrapor a avaliação tradicional;	Favorável com o docente em compartilhar esse momento de avaliar.	820 - 960	Sibeli
1:6	A ficha, da voz aos alunos,	Um modo de dar voz ao aluno;	Oportunidade de o aluno ser ouvido.	975 - 1001	Sibeli
1:7	Poder se autoavaliar e avaliar seus colegas em todos os aspectos contemplados na atividade	Um modo de o aluno se autoavaliar e avaliar os colegas;	Oportunidade de o aluno se autoavaliar e avaliar os colegas	1006 - 1096	Sibeli

**QUADRO 2** - Modelo de Planilha Eletrônica com as Unidades de Significado e seus Respetivos Códigos nos Documentos Primários.

**Fonte:** A Autora

Não podemos nos esquecer do olhar fenomenológico que nos guia, conforme afirma Bicudo (2011). Esse olhar do pesquisador busca sempre essa convergência de atos intervenientes, remetendo uns aos outros, não sendo cabível tomá-los numa

linearização e onde as falas dos sujeitos “expressam um momento de reflexão vivida no experienciado” (BICUDO, 2011, p. 104).

Guiados por nossa interrogação de pesquisa que nos faz ir à busca das convergências e dos “[...] aspectos significativos da experiência vivida e, portanto, se inter-relacionam ao fazerem parte de uma trama real” (HIRATSUKA; BICUDO, 2009, p. 131), foi possível avançar para a construção dos agrupamentos das unidades de significado que possuem significados convergentes ou invariantes, em núcleos de ideias (KLÜBER, 2012). Esse movimento das unidades de significado conduziu aos núcleos de ideias/significados, ou categorias, uma vez que “a convergência de ideias em categorias abertas permite expor os invariantes que iniciam as características do fenômeno investigado” (ANASTACIO, 2005, p. 8).

Delimitar esses núcleos, porém, não significa escolher situações ao acaso ou por adequação às teorias, mas considerá-las a partir de manifestações de experiências vividas pelos sujeitos, que oferecem nuances do sentido do todo (BICUDO, 2011, p. 101).

Nesse sentido, a experiência com a ficha avaliativa vivida pelos professores, sujeitos significativos desta pesquisa, foi tomada como relevante para a constituição dos núcleos de ideias que apresentamos à frente.

Após destacarmos as unidades de significado, num processo de idas e vindas e modificações buscando pelas ideias que se destacam da experiência vivida pelos professores, iniciamos o movimento de leitura atenta retomando-a várias vezes, buscando por convergências entre elas, sempre guiados pela nossa interrogação: *O que se mostra de uma proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares - PSA - para professores familiarizados com a Modelagem Matemática?* Esse movimento foi auxiliado pelo *software* de análise qualitativa Atlas.Ti que permitiu organizar e *agrupar* as unidades de significado que se mostraram convergentes.

Desse primeiro esforço, surgiram três categorias, porém ao olharmos para o modo como elas foram agrupadas, não ficamos satisfeitos, pois compreendemos que fugiu ao esclarecimento de nossa interrogação de pesquisa e, por ser uma primeira incursão profunda, não estávamos dando conta de efetuar um movimento fenomenológico adequado. Optamos, então, por utilizar paralelamente a planilha eletrônica gerada pelo *software*, contendo nossas unidades de significado e os excertos do texto, pois essas planilhas facilitam a visão geral das unidades de significados com seus respectivos conteúdos de citação e auxiliam nesse esforço de leitura e reflexão.

Em um segundo esforço e sempre atenta no olhar fenomenológico que nos guia, buscamos evidenciar o que cada unidade de significado possuía de essencial sobre o nosso fenômeno investigado e para que, a partir dessas evidências, pudéssemos realizar novas leituras e reflexões, a fim de estabelecermos novamente as convergências entre elas.

Dessas leituras e esforço, emergiram duas categorias da redução fenomenológica, sendo elas: 1) Uma Concepção de Avaliação; 2) Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação. As Categorias abertas e os códigos referentes às suas respectivas unidades de significado foram organizados no Quadro 3, para melhor visualização.

<b>Códigos</b>	<b>Categorias</b>	<b>Códigos de suas respectivas unidades de significado</b>
C1	Uma Concepção de Avaliação	1:1; 1:2; 1:3; 1:4; 1:5; 1:6; 1:10; 1:11; 2:2; 2:3; 2:5; 2:8; 2:9; 3:1; 3:6; 4:1; 4:2; 4:3; 4:4; 4:6; 4:10; 4:12; 4:13; 4:14; 5:1; 5:3; 5:4
C2	Proposta como um Procedimento e Instrumento de avaliação	1:7; 1:8; 2:1; 2:4; 2:6; 2:7; 3:2; 3:3; 3:4; 3:5; 3:7; 3:8; 4:5; 4:8; 4:9; 4:11; 4:15; 5:2

**QUADRO 3** - Categorias Abertas e os Códigos das Unidades de Significado

**Fonte:** A Autora

Tais categorias serão descritas de acordo com o que se mostrou do fenômeno diante da interrogação “*O que se mostra de uma proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares - PSA - para professores familiarizados com a Modelagem Matemática?*”. Conhecidas as unidades que compõem cada uma das categorias abertas, passaremos para as descrições. Ao final de cada descrição, apresentamos um quadro com alguns exemplos de unidades de significado que se fizeram convergentes à constituição de cada categoria.

### **5.1.1 C1: Uma concepção de avaliação**

Essa categoria congrega ideias que remetem ao que se mostra sobre uma concepção de avaliação mencionada pelos professores, tais como: *um modo de dar voz ao estudante, um modo de se contrapor ao ensino tradicional de se avaliar, um modo de os estudantes participarem do processo de avaliar e manifestarem suas*

*opiniões, um modo de o estudante se colocar no lugar do outro e um modo de se trabalhar a conscientização da autocrítica e honestidade.*

Segundo dicionário Dicio, a etimologia da palavra concepção, *conception.onis*, significa *ação + conter*, resultado do processo de criação (DICIO, 2020, p.1). Buscando nos dicionários filosóficos Japiassú (2001), do latim *conceptio*, “operação pela qual o sujeito forma, a partir de uma experiência física, moral, psicológica ou social, a representação de um objetivo de pensamento ou conceito” (JAPIASSÚ, 2001, p. 39), bem como “[...] designa [...] percepção e imaginação, tanto o ato do conceber quanto o objeto concebido, mas, preferivelmente, o ato de conceber e não o objeto [...]” (ABBAGNANO, 2007, p. 169).

Nesse sentido, ao focar os dados que decorrem dos depoimentos dos cinco professores sobre a ficha avaliativa, abriu-se para nós que eles a vislumbraram segundo as suas vivências com Modelagem e, também, por aqueles suscitados pela própria ficha, que foi elaborada e adaptada de uma perspectiva PSA. Aquilo que denominamos de concepção é o olhar que decorre da fusão do horizonte do professor por meio da tradição e daquilo que decorre da proposta de avaliação. Sendo assim, passamos a abrir interpretações sobre essa categoria.

Um primeiro aspecto a ser destacado é que os professores manifestam o entendimento de que quando o estudante se sente inserido no processo de avaliar, o entrosamento entre os membros do grupo acontece naturalmente e colabora para melhorar a relação entre eles, avaliando que isso contribuirá de forma positiva em uma próxima oportunidade de trabalho com a Modelagem Matemática e com o grupo.

Destaca-se a ideia de que pelo fato de o estudante se autoavaliar e avaliar os colegas, possibilita-lhes analisar o seu desempenho durante a realização da atividade de Modelagem, a partir da avaliação que seus colegas fizeram sobre ele. Evidencia-se a necessidade da conscientização de aspectos como honestidade e autocrítica na avaliação, confrontando o seu modo de pensar, a sua dificuldade, frente à dificuldade que o colega apresentou. Portanto, expressam a ideia de se colocar no lugar do outro.

Como o estudante é parte de um grupo durante todo o desenvolvimento da atividade e, destacadamente, no momento da avaliação, ele precisa aprender a lidar com divergências de opiniões de forma ponderada, o que colabora na compreensão

e atuação nos conflitos de forma educada oportunizando a reflexão sobre o trabalho em grupo.

Quando esse processo de autoavaliação e avaliação por pares se torna habitual, corriqueiro e familiar para os estudantes, a tendência é que melhore sua compreensão sobre o processo de avaliar, tornando-se um modo agradável e interessante melhorando o rendimento dos estudantes.

Apresentamos no Quadro 4 algumas unidades de significado que foram destacadas dos documentos primários e que se mostraram consistentes para a organização dessa categoria aberta.

Nº do Código	Unidades de Significado	Ideias Nucleares	Categoria Aberta	Uma Concepção de Avaliação
1:1	Que o aluno é o protagonista.	Um modo de tornar o aluno responsável;	<b>Uma Concepção de Avaliação</b>	A categoria nomeada <i>Uma Concepção de Avaliação</i> expressa os modos como os professores familiarizados com a Modelagem, dizem ver, sentir, entender e caracterizar a ficha de avaliação. Esses modos parecem para aspectos como: o protagonista dos alunos; a ruptura com o tradicional; a possibilidade de avaliar outras disciplinas além da própria Matemática. Os aspectos apontam não apenas para as questões quantitativas, mas também qualitativas, isto é, a ficha parece transcender a função meramente técnica, constituindo-se para esses professores como um modo, uma compreensão, no sentido pedagógico e epistemológico de se ponderar acerca da aprendizagem.
1:2	Que o professor é o mediador.	Um modo de permitir ao professor continuar na condição de mediador;		
1:3	Que o aluno não integra o processo de avaliar.	Modo de o aluno participar do processo		
1:4	Que no método tradicional o professor não compartilha do momento de avaliar com o aluno.	Modo de romper com a avaliação tradicional;		
1:5	Favorável com o docente em compartilhar esse momento de avaliar.	Modo de contrapor a avaliação tradicional;		
1:6	Oportunidade de o aluno ser ouvido.	Um modo de dar voz ao aluno;		
1:10	Que deve deixar claro o peso da nota do professor na ficha de avaliação e analisar se está correto ou não.	Um modo de refletir sobre o papel do professor na atribuição da nota;		
1:11	Que é bem vinda a todas as disciplinas, também em apresentação de seminários e está aprovada.	Um modo de avaliar em outras disciplinas;		
2:2	Contribui para uma avaliação individual.	Um modo de avaliar objetivamente;		

**QUADRO 4** - Exemplos de Unidades de Significado que Constituem a Categoria Aberta C1 - "Uma Concepção de Avaliação"

**Fonte:** A Autora

Após discorrermos sobre as unidades de significado que compõem a categoria aberta Uma Concepção de Avaliação, passamos às descrições das

unidades de significado que se mostraram relevantes e convergentes para a constituição da segunda categoria.

### **5.1.2 C2: Proposta como um procedimento e instrumento de avaliação**

A segunda categoria relata procedimentos e instrumentos, que podem auxiliar na avaliação em atividades de Modelagem Matemática. Etimologicamente, a palavra procedimento é formada pelas palavras *proceder* + *mento* e nos indica maneira através da qual alguma coisa é feita, Houaiss (2019).

No dicionário filosófico Abbagnano (2007), procedimento com sentido de *processo*, “maneira de operar ou de agir. P. ex., "o P. de composição e de resolução", para indicar o método que consiste em ir das causas ao efeito, ou do efeito às causas” (ABBAGNANO, 2007, p.798). Alinhada a essa definição, Japiassú (2001, p. 200) diz, “conjunto de métodos racionais, baseados em regras”.

Na definição de instrumentos, Houaiss (2019) aborda no *latim instrumentum*, “meio utilizado para obter um resultado” (HOUAIS, 2019, p.1), no dicionário filosófico Abbagnano (2007), traz a definição de “[...] todos os meios capazes de obter um resultado em qualquer campo da atividade humana, prático ou teórico” (ABBAGNANO, 2007, p.571). Quando articulados essas definições indicam o modo como algo é executado, ou seja, como é feito o processo e que métodos são utilizados para que se consiga alcançar os resultados.

Somando a isso, essas unidades apresentam um modo que oportuniza comparar e analisar a avaliação do professor e a do estudante em uma mesma atividade, ao mesmo tempo possibilita o professor perceber a participação individual do estudante no grupo. Contribui também para discernir se ele (o estudante) conseguiu ou não resolver as questões matemáticas. Cooperar com a compilação dos resultados dos dados que os estudantes elencaram, colaborar com o professor para avaliar o estudante e atribuir nota, e a proposta podem sofrer modificações à medida que o professor sinta essa necessidade, o que auxilia no trabalho do professor.

Outro fator evidenciado que pareceu promissor, foi o uso de conceitos para cálculo de médias, porém, alguns estudantes tiveram dificuldade de avaliar positivamente o colega do grupo por não ter uma relação de amizade com esse

colega, isso se mostrou, destacadamente, quando não houve participação ativa do colega de grupo, mas devido à relação de amizade o conceito foi o máximo.

Há momentos que os sujeitos relatam certa incoerência ou dificuldade dos estudantes ao avaliarem os pares com imparcialidade/propriedade durante o processo, complementarmente nota-se a resistência de alguns sujeitos ao utilizar a planilha eletrônica para lançar os conceitos aferidos, por não a dominarem.

Encerrando as considerações sobre a Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação apresentamos o Quadro 5, composto pelas unidades de significado que se mostraram relevantes ao exposto nas descrições da segunda categoria.

Nº do Código	Unidades de Significado	Ideias Nucleares	Categoria Aberta	Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação
1:7	Oportunidade de o aluno se autoavaliar e avaliar os colegas	Um modo de o aluno se autoavaliar e avaliar os colegas;	Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação	A categoria <i>Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação</i> se mostra como um recurso para se considerar o que acontece quando se trabalha com Modelagem na escola. Ela se apresenta como um modo de fazer. Há aqui um caráter utilitário, ou seja, a ficha parece atender, ao menos minimamente, as necessidades de professores e estudantes durante as atividades de Modelagem, pois permitem que atendem ao desempenho uns dos outros, permite que os alunos se vejam na condição de ter de (re)pensar sua própria atuação e a de seus colegas. Logo, ainda que assuma um caráter técnico em parte do processo, ela se mostra como um caminho aparentemente útil de se pensar a avaliação para além da quantidade.
1:8	Bem elaborado, não devendo ser alterado ou modificado.	Modo de avaliar o trabalho em grupo;		
2:1	Produtiva na atribuição de uma nota em Modelagem Matemática.	Um auxílio na atribuição das notas;		
2:4	Oportuniza o professor a analisar sua avaliação e a dos alunos da mesma atividade.	Um modo de comparar a visão do professor com a visão do aluno sobre a avaliação;		
2:6	Oportuniza os alunos analisar suas colaborações e a dos colegas.	Um modo de o aluno se avaliar e avaliar os colegas;		
2:7	Possibilitou uma reflexão dos estudantes com o trabalho realizado.	Uma oportunidade de os estudantes refletirem sobre o trabalho grupo;		
3:2	Colaboradora do acompanhamento do trabalho dos alunos pelo professor.	Um modo de perceber a participação individual do aluno no grupo;		
3:3	Difícil avaliar os colegas com propriedade durante o processo.	Uma forma incoerente de os alunos avaliarem os pares;		
3:4	Difícil não avaliar positivamente seu colega de grupo, mesmo quando deveria, por serem amigos.	Uma maneira estritamente pessoal de avaliar;		

**QUADRO 5** - Exemplos de unidades de significado que constituem a categoria aberta C2 - "Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação"

**Fonte:** A Autora

Após realizarmos as descrições das categorias abertas, focando os aspectos essenciais que se mostraram dos dados, iniciamos as suas interpretações, em um

sentido hermenêutico. Ao assumirmos a pesquisa na perspectiva fenomenológica, nos dirigimos ao que se mostra do fenômeno. Segundo Bicudo (2011) a fenomenologia, “[...] diz tão somente que a realidade mundana é constituída na percepção do fenomenal e a partir dela” (BICUDO, 2011, p. 31) e se mostra a um sujeito imbuído de experiências e vivências, situado em um mundo real. O movimento fenomenológico de pesquisa busca ir além da descrição detalhada da experiência vivida, esforçando-se pela explicação, construção e interpretação das categorias abertas (GIORGI, 2008).

Sendo assim, daqui em diante, passaremos às interpretações das categorias abertas, tendo-as como horizonte de nossa interrogação. As interpretações das categorias abertas que apresentamos na sequência, foram se articulando, com a intenção de mantermos coerência com o visto do fenômeno investigado. Este momento se dará num movimento rigoroso de análise fenomenológica-hermenêutica, que é o momento em que procuramos transcender aquilo que emergiu da descrição dos sujeitos significativos e do pesquisador.

## 5.2 Metatexto: Síntese compreensiva

Ainda que em um primeiro momento pareça uma obviedade este sentido que se expressou nas duas categorias, intituladas: 1) *Uma Concepção de Avaliação* e 2) *Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação* esclarecemos que a fenomenologia, enquanto uma filosofia da consciência permite esclarecer coisas que num primeiro olhar pareciam claras, mas que, na continuidade do movimento, mostraram-se obscuras.

As categorias esclarecem, entre outras coisas, os sentidos e significados atribuídos pelos professores que experienciaram a proposta de avaliação, por terem proximidade com a prática de Modelagem. Esclarecem, ainda, aspectos inerentes à teoria que fundamentou a proposta, bem como, abre possibilidade de teorizar sobre o seu alcance, replicabilidade em outros contextos e os matizes para o seu uso.

Em relação à primeira categoria **Uma Concepção de Avaliação**, que remete para o modo de ver ou sentir, o ponto de vista, o entendimento e destaca-se o fato de o *aluno participar do processo*. Esse participar remete ao ato de “tomar parte em; compartilhar” (HOUAISS, 2019, p.1), portanto, indica uma possibilidade de o

estudante associar-se pelo sentimento ou pensamento e, efetivamente, na prática de Modelagem compartilhar o processo de avaliar.

Segundo Liu e Carless (2006), autores que estudam PSA, quando os alunos se sentem envolvidos em um processo de definição de resultados de aprendizagem e critérios para avaliar esses resultados, pode haver maior clareza sobre a natureza do desempenho e, conseqüentemente, motivar o aluno a participar. Esse engajamento intelectual com *critérios, normas e resultados*, está no cerne do envolvimento do estudante na avaliação da aprendizagem.

Ampliando a análise em termos filosóficos, *critério* designa “uma regra para decidir o que é verdadeiro ou falso, o que se deve fazer ou não” (ABBAGNANO, 2007, p. 223). No contexto da avaliação da aprendizagem “critérios são parâmetros, normas e regras que servem como base e referências para a análise e interpretação dos resultados” (DEPRESBITERIS; TAVARES, 2009, p. 64).

Diversos autores utilizam nomenclaturas diferenciadas para designar *critérios*, como, por exemplo, *dimensão* ou *indicador*. Porém, é consenso que os *critérios* para avaliação da aprendizagem estejam explícitos e claros, tanto para o professor, quanto para os estudantes (DEPRESBITERIS; TAVARES, 2009; LIMA, 2012; LOPES; SILVA, 2012). Para Velede (2018, p. 54) “a importância do estabelecimento de critérios se justifica, pois, fundamentam a fidedignidade, a validade e a eficiência da avaliação que se realiza”.

Para Lopes e Silva (2012, p. 4, alteração nossa), o “professor e alunos constroem em conjunto a aprendizagem e a avaliação, e [re] constroem formas de monitorizar o progresso da aprendizagem”. Isso implica em responsabilizar o estudante no acompanhamento da própria aprendizagem, em obter informações acerca da qualidade desta e em (re)pensar adaptações e ajustes com vistas a melhorá-la (VELEDA, 2018).

Nesse sentido, os sujeitos da pesquisa relatam nos depoimentos que a ficha oportunizou *um modo de o estudante ser o responsável, tornando-o protagonista no processo de avaliar*. “Envolver os estudantes deliberada e ativamente nos processos de ensino e de aprendizagem, [...] torna-os corresponsáveis nesses processos” (VELEDA, 2017, p.78). Esse aspecto alinha-se, inclusive, a postura de trabalho do professor durante uma atividade de Modelagem, pois permite, segundo Klüber e Tambarussi (2017, p. 419-420), que ele se mostre como

[...] mediador no processo de ensino e aprendizagem e busque dar voz aos seus alunos, e aquilo que temos instaurado no âmbito das nossas escolas vai na contramão desse cenário, é assentado uma cultura em que o professor é o detentor do conhecimento e os alunos são expectadores nesse processo.

Quando os autores falam em *contramão*, “posição contrária ao que foi estabelecido ou convencionado” (HOUAISS, 2019, p.1), podemos estabelecer uma analogia com o que buscamos discutir nessa dissertação, notadamente quando falamos da participação do estudante no processo de avaliar. Essa participação desperta interesse e motiva o estudante, uma vez que permite a ele próprio monitorar sua aprendizagem, obtendo assim, informações sobre a qualidade de sua aprendizagem e pensar adaptações e ajustes quando necessário.

Em um sentido próximo, os sujeitos da pesquisa mencionam também que a ficha *colabora com o modo de romper com essa avaliação tradicional*, favorecendo o docente a compartilhar com o estudante esse momento de avaliar. Para Hoffmann (2000), o aluno deve ser instigado, provocado, deve ser ativo em sua aprendizagem e cabe ao professor propor, orientar e oferecer condições para que ele desenvolva suas potencialidades.

Assim, na *contramão*, a avaliação tradicional acaba por classificar o aluno a partir do processo corretivo, ou seja, eliminando a subjetividade, evitando que se cometam desigualdades na contagem de acertos. Ela assume uma característica seletiva que não privilegia as diferenças. Para Paulo Freire (1987), dizendo dessa concepção de avaliação tradicional, menciona que o professor será sempre aquele que sabe, enquanto o aluno será sempre aquele que não sabe.

Precisamos estar com olhar atento, pois “o educador que avalia a aprendizagem é o adulto da relação pedagógica” (LUCKESI, 2011, p. 268), referindo-se ao fato de estar à disposição de acolher o que ocorre com o educando, para então, encontrar um modo de agirem juntos para que este processo seja construtivo.

Quando nos referimos, no parágrafo anterior, ao modo tradicional de avaliar, lembramos que ele caminha na direção de eliminar a subjetividade e, justamente esse, foi um dos tópicos que pôde ser superado, segundo os depoimentos dos professores em relação à ficha avaliativa do PSA, uma vez que as unidades de significado revelam que a ficha *colabora com um modo de avaliar subjetivamente*, pois apresenta indicativos de avaliação com elementos subjetivos e ao mesmo

tempo *um modo de avaliar objetivamente*, favorecendo o levantamento de dados que contribuem para uma avaliação também formal.

A *objetividade* mostra-se como algo externo à consciência, independente das preferências individuais, baseando-se na visão do positivista<sup>17</sup>. Contrapondo-se a *subjetividade* em uma acepção bastante generalista, é entendida como aquilo que diz respeito ao indivíduo, algo que lhe é interno, é o que passa pelo seu íntimo. E segundo Silva (2009), pode ser "[...] compreendida como processo e resultado, algo que é amplo e que constitui singularidade de cada pessoa" (SILVA, 2009, p. 170).

Importante também rever o conceito de *subjetividade* que emerge de áreas do conhecimento como a Filosofia, que tem origem e referência no sujeito, assumindo diversas conotações. Segundo Abbagnano (2007, p. 922), *subjetividade* “tem caráter de todos os fenômenos psíquicos, enquanto fenômenos de consciência (v.), que o sujeito relaciona consigo mesmo e chama de ‘meus’ e para Bezerra (2012, p.67) “a subjetividade é um sistema complexo que se constitui nas diversas funções da pessoa, e que caracteriza o curso de suas ações”. Ainda segundo a autora,

Percebemos que a aprendizagem acontece na historicidade, na emocionalidade e nos processos simbólicos que integram tanto a subjetividade individual bem como a subjetividade social. (BEZERRA, 2012 p. 66).

Acredita-se que essa noção de *subjetividade* aventada pelos professores, em especial na autoavaliação do estudante como aqui considerado, configura-se como elemento diferencial capaz de ofertar maior proximidade entre os sujeitos da aprendizagem e sua formação.

Além da *subjetividade* indicada pelos professores e que remete à proposta de avaliação PSA, temos também os já citados *modos de avaliar objetivamente*, pois colabora com o levantamento de dados e com um processo pré-definido, busca avaliar objetivamente com base em critérios a ela aplicáveis, e colher os resultados esperados, no contexto da Modelagem Matemática na Educação Matemática.

Tratando a questão de processos pré-definidos, as unidades de significado revelaram que a proposta suscitou no professor *um modo de refletir sobre o papel do professor na atribuição da nota*, bem como a necessidade de se deixar claro e/ou

---

<sup>17</sup> Na Filosofia, sistema criado por Auguste Comte (1798-1857), e desenvolvido por inúmeros epígonos, que se propõe a ordenar as ciências experimentais, considerando-as o modelo por excelência do conhecimento humano, em detrimento das especulações metafísicas ou teológicas; filosofia positiva, comtismo (HOUAISS, 2019)

previamente combinado com os estudantes qual o valor ou peso da nota do professor e qual será a contribuição do estudante e de seus colegas do mesmo grupo de trabalho, na atividade, considerando próprio das experiências dos sujeitos com a Modelagem Matemática. Vindo ao encontro disso, para Liu e Carless (2006), “uma avaliação confiável depende de saber e deixar claro o que se está tentando avaliar e de que maneira se chega a um julgamento acurado” (LIU, CARLESS, 2006, p. 279 [tradução nossa]).

O professor, quando inicia sua atividade com a ficha avaliativa PSA segundo sua familiaridade, é impelido pela própria prática de Modelagem a deixar claro o modo pelo qual o estudante e o grupo serão avaliados, para Luckesi (2011) “a avaliação da aprendizagem só funciona bem se houver clareza do que se deseja” (LUCKESI, 2011, p. 177). E esse procedimento é uma exigência a toda e qualquer atividade, pois a ficha é vista pelos sujeitos como não somente aplicável à Matemática, mas também como *um modo de se avaliar em outras disciplinas*, sendo bem-vinda em diferentes disciplinas como na apresentação de seminários, sofrendo algumas eventuais adaptações necessárias a cada área.

Ainda que os sujeitos tenham se referido a outras disciplinas, parece terem apreciado a ficha ao ponto de tentar utilizá-la em outros contextos, e em outras práticas pedagógicas da aula de Matemática. Sendo assim, ainda que mereça amplo aprofundamento, esse aspecto revela o alcance de uma proposta de avaliação fundamenta em PSA. Assim, como inicialmente essa teoria foi estudada para construir a proposta e adaptá-la à Modelagem, os professores vislumbrarem os seus caminhos para além do contexto em que atuam com a ficha.

Quanto à necessidade de reformulação de aspectos da ficha, com modificações, esclarecemos que essa possibilidade está aberta e cada professor pode efetuar as alterações que julgarem necessárias quando for desenvolver a ficha em ocasiões futuras, possibilidade que também foi externada pelos sujeitos nas transcrições.

Outro ponto trazido pelos sujeitos, é que a ficha se mostra *como colaboradora em avaliar diferente quando se torna corriqueiro seu uso*, lembrando que quando o estudante estiver usando a autoavaliação e avaliação por pares com frequência, até mesmo em outras disciplinas, como sugerido pelos sujeitos, relatam que o processo para o estudante quando desenvolvido, deva ser, de forma habitual e corriqueira,

criando certa intimidade com esse tipo de avaliação, tornando todo o processo agradável e motivador.

Quando falamos que a ficha se mostra colaboradora em outras disciplinas, some-se a esta afirmação que as unidades de significado revelam que a proposta *contribui para a interação dos estudantes e pode refletir e colaborar com outras disciplinas*, pois auxiliam na melhoria da relação entre os membros dos grupos em trabalhos futuros juntos, seja de Modelagem ou não. Quando os estudantes se sentem participantes do processo e pertencentes a ele, este cenário propicia o entrosamento entre os membros do mesmo grupo e como revelam as transcrições, *uma oportunidade de o estudante se sentir inserido no grupo*.

A grande questão aqui é que há uma defesa de que na Modelagem Matemática os estudantes se tornam parte do processo de ensino, tornando-se corresponsáveis (BURAK, 2012), mas a avaliação, ao menos em termos teóricos, não convergia para esse aspecto. Em outras palavras, a convergência dos pressupostos da PSA com a Modelagem Matemática corrobora para que isso se torne mais efetivo. Além disso, aventamos que desenvolver Modelagem sem a clareza do modo de avaliar, pode prejudicar a sua implementação, confrontando paradigmas avaliativos.

Num sentido próximo, quando os estudantes se sentem *pertencentes* ao grupo, Houaiss (2019) “que faz parte de; (alguém ou algo)” (HOUAISS, 2019, p. 01), favorece o diálogo, a troca de opiniões e colabora para que os estudantes se conheçam melhor. Vindo ao encontro, as unidades de significado revelam que os alunos têm a oportunidade de falar sobre as ideias e opiniões que tiveram dos colegas, como sendo *um modo de expressar seu ponto de vista sobre a participação do outro*, isso é possível quando se tem o entrosamento e empatia no grupo, que segundo o dicionário filosófico Abbagnano (2017), “reprodução das manifestações corpóreas alheias [...], colocando-nos assim no estado emotivo da pessoa a quem essas manifestações pertencem” (p. 325).

No mesmo contexto, compreendemos que quando os estudantes conseguem a apropriação deste tipo de avaliação, no caso, a autoavaliação e da avaliação por pares, ou seja, pela exposição constante a ela, poderão aprender sobre ela. Isso vai ao encontro da afirmação que Luckesi (2011, p. 107-108), faz sobre a avaliação

É pela atividade que o ser humano aprende, mesmo que seja por uma “atividade quieta”, como é a escuta de uma fala, a meditação, o

desenvolvimento silencioso de um raciocínio, a construção pessoal e silenciosa de um algoritmo, ocasiões em que, aparentemente, o sujeito está passivo. Ele somente está quieto, silente, mas não passivo.

Aquiescendo com o autor, as transcrições revelam que a utilização corriqueira da ficha PSA deixa o estudante habituado com o processo e facilita a compreensão, o que favorece a disposição para se colocar no lugar do outro, com o pensar na dificuldade que o colega apresentou, como sendo *um modo de pensar a sua dificuldade frente à dificuldade do outro*, na importância dessa interação entre os membros do grupo.

Segundo os pressupostos teóricos de Vygotsky (2007), psicólogo bielorrusso que defende a interação social como imprescindível à aprendizagem “[...] o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam” (VYGOTSKY, 2007, p. 59). Nessa acepção fica entendido que a interação social contribui para a aprendizagem. Para o referido autor

[...] o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em operação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança (VYGOTSKY, 2007, p. 60-61).

Quando o estudante interage com seu grupo, sente-se pertencente e inserido, propende induzido pela relação social a se colocar no lugar do outro e as transcrições mostram, com a ficha PSA, *uma possibilidade de conscientizar aspectos da honestidade na avaliação*, já que a autoavaliação e avaliação por pares resulta dessa interação. Porém um processo explícito e ético nas tomadas de decisões precisa se sobressair, onde o professor neste contexto deve aproveitar a oportunidade do trabalho e orientar a importância e trabalhar na conscientização da honestidade para o processo. Isso porque, conforme propõem Lopes e Silva (2012), ao mesmo tempo em que o professor busca constatar o que o estudante já internalizou do aprendizado e quais as dificuldades que ainda apresenta, ele também incentiva a participação ativa dos estudantes e estimula a autonomia e o pensamento crítico e reflexivo, uma vez que exigem consciência e controle deliberado.

Num sentido próximo, na proposta de Vygotsky (2010, p. 114) “o bom ensino é aquele que se adianta ao desenvolvimento do estudante”, somando-se a isso, a

autoavaliação e a autorregulação por parte dos estudantes também fazem parte desse processo avaliativo. O dicionário Houaiss na etimologia da palavra traz aut(o)- + regulação; ver regulação, e na definição como, “processo de ação recursiva pelo qual uma língua, à semelhança de um computador, elimina por si mesma certas disfunções” (HOUAISS, 2019).

Estes significados são seguidos ao que se mostra nas transcrições que revelam acerca de o estudante conseguir mudar sua postura perante o grupo e sua forma de agir em resposta ao meio ao qual está inserido. Auxilia paralelamente a medir conflitos e solicita ao estudante expressar os desacordos de forma educada, revelando-se *uma maneira de aferir conflitos entre os discentes*, porém possibilitando que manifestem suas opiniões.

Sobre o pertencer ao grupo, na segunda categoria **Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação**, as transcrições revelam a ficha PSA como *um modo de os estudantes refletirem sobre o trabalho em grupo*, já que possibilitou uma reflexão dos estudantes sobre o trabalho realizado, tendo que se autoavaliar e avaliar a contribuição de cada colega.

As reflexões, segundo Husserl (2006), são vividas e podem sustentar novas reflexões. Nesse caso,

A reflexão é apresentada aqui como um modo de olhar, um modo de atenção do eu. Modo de olhar que tem como função, na visada, captar o vivido tal como este é enquanto tido e retido no fluxo subjetivo e absoluto que temporalmente se abre. Reflexão é propriamente a capacidade, expressa como um ato, que a subjetividade tem de voltar-se sobre si mesma, voltar-se sobre as suas vivências e captá-las como suas. Assim, o peculiar modo de visar da reflexão possui o caráter de modificação da consciência, uma mudança de olhar de algo dado num momento de consciência para a consciência desse algo, a unidade intencional desse vivido de consciência (THOMÉ, 2009, p. 157).

Vemos aqui, mais uma vez, a possibilidade aberta pela ficha avaliativa, no sentido de estimular os alunos a considerar sua própria atuação, ao estar junto ao outro. A reflexão emerge aqui, como a possibilidade de atentar para si mesmo, ao atentar ao trabalho do grupo.

Destaca-se, nesse caso, um aspecto relevante que é a avaliação entendida como possibilidade de transcender a análise quantitativa da atividade de Modelagem realizada, permitindo a atenção às questões qualitativas não mensuráveis. Mesmo que as transcrições a revelem como *um modo de contemplar os resultados dos dados*, contribuem com a compilação dos resultados dos dados que os alunos

ajudaram a elencar e ao mesmo tempo precisa em relação ao levantamento dos dados, pois mostram exatidão no levantamento de dados.

Esses dados se revelam como *interessantes e apropriados por atribuir notas via conceito*, para avaliar em Modelagem Matemática. Ainda que a ficha expresse eletronicamente dados numéricos, permite, pelo modo como é implementada, que o professor e seus estudantes se atentem para as relações interpessoais, bem como para o modo como essas podem influenciar as ações desenvolvidas pelo grupo.

Num sentido próximo, as transcrições revelam a ficha avaliativa PSA como *uma maneira estritamente pessoal de avaliar*, e que os estudantes tiveram dificuldade de não avaliar positivamente seu colega de grupo, mesmo quando deveria, por serem amigos. E o oposto também foi revelado, como *uma forma incoerente de os alunos avaliarem os pares*, por ser dificultoso avaliar positivamente um colega do grupo, por não serem amigos.

Essa dificuldade contribui para pensar, mais uma vez, na necessidade de os processos avaliativos contribuírem com a ação pedagógica e não apenas ficarem restritos a momentos pontuais ou como um eixo separado. Para Vasconcellos (1998), a avaliação é um processo abrangente da existência humana que implica reflexão sobre a prática, no sentido de diagnosticar seus avanços e dificuldades e, a partir dos resultados, planejar tomadas de decisão sobre as atividades didáticas posteriores. Nesse contexto, a avaliação deveria acompanhar o estudante em seu processo de crescimento, contribuindo como instrumento facilitador da aprendizagem. Segundo D'Ambrosio (2001, p.89), o objetivo da avaliação é a aprendizagem:

Avaliação deve ser uma orientação para o professor na condução de sua prática docente e jamais um instrumento para reprovar ou reter alunos na construção de seus esquemas de conhecimento teórico e prático. Reprovar, selecionar, classificar, filtrar indivíduos não é missão do educador. Outros setores da sociedade devem se encarregar dessa missão. (D'AMBROSIO, 2001, p.89)

O fato de os estudantes terem contato com atividades de Modelagem, mas sem avaliações como aquela possibilitada pelo PSA, mostra que alguns aspectos emocionais, éticos e procedimentais, podem ficar aquém do esperado. A articulação da “metodologia”, com uma avaliação epistemologicamente coerente, pode favorecer o alcance dos resultados esperados. Sendo assim, o uso da ficha pelos professores pode contribuir para a modificação do paradigma escolar, juntamente

com a Modelagem e, ao mesmo tempo, favorecer e fortalecer as práticas de Modelagem dos professores.

Somando-se a isso as unidades de significado revelam a planilha eletrônica, a qual os dados são compilados, *como geradora de dificuldade pelo uso da ferramenta (Excel<sup>18</sup>)*, os quais os sujeitos sugerem que podem ser sanadas com a sua utilização corriqueira, ou seja, com a familiaridade do uso da ferramenta. Essa planilha compôs a proposta de avaliação, mas que ela remete a uma particularidade dos professores com o uso de tecnologias. Porém, isso é algo que fica em aberto para os próprios professores e também para outras pesquisas, uma vez que o uso da tecnologia é outro aspecto que pode ser investigado, quando da operacionalização do PSA.

Quando falamos dessas ações, referimo-nos à construção coletiva de estratégias de resolução para as atividades propostas e a discussão delas com vistas à compreensão do fenômeno que está sendo interrogado na atividade.

Ao atentar às sugestões dos colegas, o estudante pode ponderar acerca de suas próprias estratégias, isto é, ele pode sentir-se motivado a considerar matematicamente o que é proposto pelo outro e que ele mesmo elaborou, podendo, inclusive, avaliar se existem soluções mais simples e se o que as estratégias sugeridas no grupo são ou não, segundo sua compreensão, viáveis.

De modo geral, após termos buscado interpretar o que se mostra de uma proposta de autoavaliação e avaliação por pares, para professores familiarizados com a Modelagem Matemática, e cômicos de que a proposta foi assertiva na busca do fenômeno investigado, haja vista as diversas especificidades da autoavaliação e da avaliação por pares e a relevância dessas no contexto da avaliação na Modelagem Matemática, vimos que quando da leitura das interpretações compreendemos que avançamos um passo na colaboração do processo de avaliar em Modelagem Matemática, porém um caminho vasto para se trilhar, visto que, se revela ainda incipiente sobre ela, pois, se há nuances para serem investigadas, há aspectos para serem mais bem explorados, do ponto de vista da pesquisa acadêmica e das práticas da sala de aula.

---

<sup>18</sup> MS Excel ou Microsoft Excel é um aplicativo de criação de planilhas eletrônicas, desenvolvido pela Microsoft.

## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao nos voltarmos para a elaboração de uma Proposta de Avaliação em Modelagem Matemática, buscamos desenvolver nossa pesquisa à luz da interrogação: *O que se mostra de uma proposta de Autoavaliação e Avaliação por Pares – PSA -para professores familiarizados com a Modelagem Matemática?*

Assumindo a perspectiva fenomenológica de investigação, esse movimento de pesquisa, evidenciou duas categorias abertas: C1: Uma Concepção de Avaliação e C2: Proposta como um Procedimento e Instrumento de Avaliação.

Essas categorias mostram a Proposta de Avaliação PSA como Uma Concepção de Avaliação, no sentido de ponto de vista, opinião, parecer, visão, noção e conceito tais como: *Um modo positivo e interessante de se avaliar, um modo de permitir ao professor continuar na condição de mediador, um modo baseado em elementos qualitativos e um modo motivador no rendimento dos alunos.* De um modo geral, quando dizem da ficha, os professores não se atem aos seus aspectos técnicos, ou seja, ainda que ela, na prática seja uma ficha, sua implementação privilegia aspectos que transcendem a atribuição de nota e o preenchimento de uma planilha eletrônica. Ainda que seja uma ficha, os professores parecem concebê-la como um modelo de avaliação que se mostra distinto, pois permite a análise quantitativa articulada à qualitativa. Ele movimenta o relacionamento interpessoal. Ela dispara reflexões de fundo ético.

Além disso, acrescentando, a proposta se mostra como um Procedimento e Instrumento de Avaliação, esse Procedimento como processo, forma, técnica, esquema, estratégia, e ou ferramenta e Instrumento no sentido de dispositivo, mecanismo e objeto, tais como: *um modo de o aluno se autoavaliar e avaliar os colegas, um modo de avaliar o trabalho em grupo, como auxílio na atribuição de notas, um modo de comparar a visão do professor com a visão do aluno sobre a avaliação, um modo coerente de os alunos avaliarem os pares, como colaboradora no avaliar e atribuir notas, colaboradora com o trabalho do professor e um modo apreciado pelos alunos.* De uma maneira geral, quando os professores dizem da ficha ela se mostra como um auxiliar do trabalho do professor, oportuniza o professor a analisar sua avaliação e a dos alunos da mesma atividade, produtiva na

atribuição de uma nota em Modelagem Matemática e como um modo apreciado pelos alunos.

Neste sentido nossa proposta se mostra colaboradora com a Modelagem Matemática, visto que se tem discutido sobre avaliação em Matemática ao longo dos anos em encontros específicos e eventos da área, entretanto com poucos avanços no tocante a avaliação na Modelagem Matemática. O que requer uma atenção especial, porque o avaliar em Modelagem Matemática exige dos estudantes e do professor diferentes formas de pensamento, de compreensão das situações e engloba algumas áreas do conhecimento, aborda questões que requerem um novo modo de conceber e abordar os conhecimentos.

Somando-se a isso, a ficha avaliativa PSA se mostrou um modo de avaliar que encontrou ressonância e alinhamento com a Modelagem Matemática, pois tem sua contribuição poderosa na interação dos alunos no grupo de trabalho, na coesão cognitiva, pois colabora com o processo do conhecimento, na produtividade do grupo, na avaliação individual para motivar o desempenho de cada aluno e na sua autoavaliação, pois minimiza a ociosidade improdutiva dos estudantes durante o desenvolvimento do trabalho em grupo.

No entanto, a familiaridade com a Modelagem Matemática que é um modo de ensinar matemática investigativo, por meio de temas e com Matemática (KLÜBER, 2012), certamente influencia o modo de estes professores verem a avaliação. Não é apenas a Modelagem em si, mas o paradigma no qual ela se assenta que converge para esses elementos, isto é, converge para a valorização do aprofundamento das relações interpessoais entre professores e alunos, para o questionamento de situações-problema cotidianas e, mais do que isso, para como a Matemática pode permitir compreendê-las, isto é, não são apenas os aspectos quantitativos que contam mais todo o movimento que advém do trabalho conjunto, do questionamento, das discussões e do esforço individual e coletivo de elaboração de estratégias de solução. Portanto, os elementos centrais da avaliação PSA (interdependência positiva, responsabilidade individual, interação face a face, uso apropriado de habilidades colaborativas e autoavaliação regular do funcionamento da equipe), são convergentes às ações e condutas decorrentes de aulas com Modelagem.

Assim, temos a clareza que a proposta aqui apresentada é apenas um início para avançarmos no que diz respeito à avaliação para a aprendizagem em Modelagem Matemática na Educação Matemática. Porém, essa proposta pode ser adaptada e lapidada conforme as necessidades de cada professor ou até mesmo de outras disciplinas e áreas.

Entendemos que o importante para a Modelagem Matemática é o professor se sentir seguro e confiante na sua prática avaliativa e ter a clareza sobre sua prática desenvolvida. A expansão dessa discussão pode decorrer no aumento do número de professores que adotam a Modelagem em suas aulas, pois reconhecem a necessidade de um suporte teórico alicerçado acerca da avaliação um impedimento para adotar a Modelagem como metodologia de ensino. Sabemos que contribuiu para minimizar nossa inquietação quanto a avaliar em Modelagem Matemática, a qual teve maior clareza quanto à autoavaliação e avaliação por pares, porém sabemos que estamos no ponta pé inicial de sanar essa inquietação e cientes que podemos avançar com essa pesquisa em uma oportunidade futura.

Algo que permanece como uma inquietação é a possibilidade de adaptar essa ficha avaliativa PSA em um aplicativo para smartphone<sup>19</sup> a qual, os alunos e professores possam utilizar na sala de aula durante o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, que certamente seria mais dinâmico, prático e atraente.

Ao ponderarmos acerca das compreensões que nos foram possibilitadas pelas aberturas hermenêuticas discutidas nessa dissertação, destacadamente àquelas que dizem da possibilidade da ficha avaliativa PSA favorecer a consideração de questões qualitativas, pouco contempladas nos processos avaliativos, algumas novas inquietações se apresentam: o que dizem os estudantes sobre a ficha PSA para a avaliação, durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem? Seria viável o desenvolvimento do aplicativo para smartphone? Com a familiarização pelos estudantes e professores com o PSA o desenvolvimento da ficha tende a se tornar algo cada vez mais trivial?

Esta dissertação que agora se encontra em suas últimas linhas, é fruto de um movimento que agrega a construção de saberes e da participação do grupo de

---

<sup>19</sup> Smartphone, palavra inglesa que significa "telefone inteligente", É um celular com tecnologias avançadas, o que inclui programas executados um sistema operacional, equivalente aos computadores.

formação continuada de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática. Gostaríamos de dizer que o grupo foi extremamente importante para que esse trabalho se tornasse exequível. Vale destacar o tamanho crescimento e amadurecimento em relação à Modelagem Matemática e a outros temas concernentes à avaliação, PSA e a avaliação na Modelagem Matemática, os quais foram adquiridos pelas intensas leituras, reflexões e diálogos estabelecidos entre todos os envolvidos nesta caminhada.

## REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. Ed. 5. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ALMEIDA, L. M. W. Modelagem Matemática: um caminho para o pensamento reflexivo dos futuros professores de matemática. **Contexto & Educação**, v. 1, p. 45-55, 2006.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2012.
- ANASTÁCIO, M. Q. A. **Considerações sobre a Modelagem Matemática e a Educação Matemática**. Rio claro: IGCE/UNESP, 1990 (Dissertação, Mestrado).
- ANASTÁCIO, M. Q. A. Tecendo fios que constituem a matemática escolar: um olhar do pesquisador. **Anais da Reunião da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação**, v.28, 2005.
- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARBOSA, J. C. O que pensam os professores sobre a modelagem matemática. **Zetetiké**, Campinas, v. 7, n. 11, p. 67-85, 1999.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. *In*: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, Caxambu. **Anais [...]** Rio Janeiro: ANPED, 2001.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2013.
- BASSANEZI, R. C. **Modelagem Matemática**: teoria e prática. São Paulo: Contexto, 2015.
- BEZERRA, M. dos S. **Aprendizagem e subjetividade: um caminho possível**. Faculdade de Ciências da Educação e da Saúde – FACES. Brasília, 2012.
- BICUDO, M. A. V. **Relação entre a pesquisa em Educação Matemática e a prática pedagógica**. **BOLEMA**, Rio Claro, v. 7, n.8, p. 7-14, 1992.
- BICUDO, M. A. V. **Fenomenologia Confrontos e Avanços**. São Paulo: Cortez, 2000.
- BICUDO, M. A. V. Prefácio. *In*: ALMEIDA, L. M. W. de; ARAÚJO, J. de L.; BISOGNIN, E. (org.) **Práticas de Modelagem Matemática na Educação**

**Matemática: Relatos de Experiências e Propostas Pedagógicas.** Londrina: Eduel, 2011.

BICUDO, M. A. V.; KLÜBER, T. E. Pesquisa em modelagem matemática no Brasil: a caminho de uma metacompreensão. **Cadernos de Pesquisa**, v. 41, n. 3, p. 24-40, 2013.

BICUDO, M. A. V. **Filosofia da educação matemática: fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógica.** Organizadora Maria Aparecida Bicudo. – São Paulo: Editora UNESP, 2010.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino.** Blumenau: Contexto 2000.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**-In:5º ed. São Paulo: Contexto. 2009.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira; das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n.2, p. 7-32, jul. 2009

BIEMBENGUT, M. S.; MARTINS, R. Mapeamento dos programas curriculares de Modelagem Matemática dos Cursos de Formação de Educadores de Matemática (licenciaturas) do Brasil. **Centro**, v. 11, p. 1-11, 2009.

BRANDT, Célia Finck; BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel (org). **Modelagem Matemática: uma perspectiva para a educação básica.** Ponta Grossa: UEPG, 2010.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática – Ensino Médio.** Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.** Brasília, 1999.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Área de Matemática. Brasília, MEC/. 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_sit e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf). Acesso em 30 de out. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 30 de out. 2019.

BROOKS, C. M.; AMMONS, J. L. Free riding in group projects and the effects of timing, frequency, and specificity of criteria in peer assessments. **Journal of Education for Business**, v. 78, n. 5, p. 268–272, 2003 [tradução nossa].

BURAK, D. **Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de Matemática na 5ª. Série.** 188 p, 1987. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). 222. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Rio Claro, SP, 1987.

BURAK, D. Critérios norteadores para a adoção da Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e Secundário. **Zetetiké**, v. 2, n. 2, p. 10-27, 1994.

BURAK, D. A modelagem matemática e a sala de aula. *In: I ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – I EPMEM*, 1. **Anais [...]**. Londrina: UEL, p. 1-10, 2004.

BURAK, D. Modelagem Matemática: Experiências Vividas. **ANALECTA**, Guarapuava, Paraná v. 6 n. 2, p. 33-48 jul./dez. 2005.

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem.** Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Educação), 460p – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 1992.

CABALLO, V. E. **Manual de avaliação e treinamento das habilidades sociais.** Gen. 2002.

CALDEIRA, A. D. **Educação Matemática e Ambiente: um contexto de mudança.** 1998. 158f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998. Disponível em: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=+Educa%C3%A7%C3%A3o+Matem%C3%A1tica+e+Ambiente:+um+contexto+de+mudan%C3%A7a&author=CALDEIRA+A.D.&publication\\_year=1998](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=+Educa%C3%A7%C3%A3o+Matem%C3%A1tica+e+Ambiente:+um+contexto+de+mudan%C3%A7a&author=CALDEIRA+A.D.&publication_year=1998) . Acesso em 30 de ago. 2019.

CALDEIRA, A. D. A modelagem matemática: um outro olhar. Alexandria: **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 33-54, 2009.

CHEN, Y.; LOU, H. **Students’ perceptions of peer evaluation: an expectancy perspective.** *Journal of Education for Business*, 275–282, 2004, [tradução nossa].

CONWAY, R., KEMBER, D., SIVAN, A.; WU, M. Peer assessment of an individual’s contribution to a group project. **Assessment and Evaluation in Higher Education**, v. 18, n. 10, p. 45–46, 1993, [tradução nossa].

CUNHA, F.; UVA, M. **A aprendizagem cooperativa: perspectiva de Docentes e Crianças.** *Interacções*. n. 41, pp. 133-159, 2016.

D’AMBROSIO, B. S. Formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio. **Pro-Posições**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 10, 1993.

D'AMBROSIO, U. **Educação pra uma sociedade em transição**. 2. ed. Campinas: Papirus, 2001. 197 p.

DIAS, M. R. **Uma experiência com Modelagem Matemática na formação continuada de professores**. 2005. 199f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005. Disponível em: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=+Uma+experi%C3%Aancia+com+Modelagem+Matem%C3%A1tica+na+forma%C3%A7%C3%A3o+continuada+de+professores&author=DIAS+M.+R.&publication\\_year=2005](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=+Uma+experi%C3%Aancia+com+Modelagem+Matem%C3%A1tica+na+forma%C3%A7%C3%A3o+continuada+de+professores&author=DIAS+M.+R.&publication_year=2005) >. Acesso em 30 de ago. 2019.

DICIO, **Dicionário Online de Português**. Disponível em: <https://www.dicio.com.br>. Acesso em 07 mai. 2020.

DEAKIN, Learning Futures. **Peer and Self-Assessment**. Deakin University. UNSW Austrália, retrieved 28 May 2013. Disponível em: [https://www.deakin.edu.au/data/assets/pdf\\_file/0020/53462/peer-and-self-assessment.pdf](https://www.deakin.edu.au/data/assets/pdf_file/0020/53462/peer-and-self-assessment.pdf). Acesso em 2 jul. 2019.

DEPRESBITERIS, L.; TAVARES, R. M. **Diversificar é preciso: instrumentos e técnicas de avaliação da aprendizagem**. São Paulo: Senac, 2009

FERRARI, M. **John Dewey, o pensador que pôs a prática em foco**. Out/2008. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1711/john-dewey-o-pensador-que-pos-a-pratica-em-foco>. Acesso em: 06 abr. 2019.

FALCHIKOV, N. **Aprendendo juntos: tutoria de pares no ensino superior**. London, Routledge Falmer, 2001.

FIGUEIREDO, D. F. **Uma proposta de avaliação de aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática na sala de aula**. 2013. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

FIGUEIREDO, D. F.; KATO, L. A. Uma Proposta de Avaliação de Aprendizagem em Atividades de Modelagem Matemática na Sala de Aula. **Acta Scientiae**, Canoas v. 14, n. 2, p. 276-294, maio/ago. 2012.

FIRMIANO, E. P. **Aprendizagem Cooperativa na Sala de Aula**. Programa de Educação em Células Cooperativas – PRECE. 2011.

FONTANINI, M. L. de C. **Modelagem Matemática x aprendizagem significativa: uma investigação usando mapas conceituais**. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

FREEMAN, M. Peer assessment by groups of group work. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, v. 20, n. 3, p. 289–300, 1995.

FREEMAN, M.; MCKENZIE, J. Spark, a confidential web-based template for self and peer assessment of student teamwork: benefits of evaluating across different subjects. **British Journal of Educational Technology**, v. 33, n. 5, 551-569, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GAVANSKI, D. **Uma experiência de Estágio Supervisionado norteado pela Modelagem Matemática**: indícios para uma ação inovadora. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas e Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, Guarapuava, 1995

GARNICA, A. V. M. Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e fenomenologia. **Interface-Comunicação, Saúde e Educação**, São Paulo, v. 1, n. 1, 1997.

GATTI, B. A. Análise das políticas públicas para formação continuada no Brasil, na última década. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13 n. 37 jan./abr. 2008.

GAZZETTA, M. **A Modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores**. Rio Claro, SP; 1989.

GIORGI, A. Sobre o método fenomenológico utilizado como modo de pesquisa qualitativa nas ciências humanas: teoria, prática e avaliação. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**, Petrópolis: Vozes, 2008.

GIORGI, A. Sobre o método fenomenológico utilizado como método de pesquisa qualitativa nas ciências humanas: teoria, prática e avaliação. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Trad. Ana Cristina Nasser, 2.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. p. 386-409.

HIRATSUKA, P. I.; BICUDO, M. A. V. O Tempo Vivido na Mudança da Prática de Ensino do Professor de Matemática. In: KLUTH, V. S.; ANASTACIO, M. Q. A. **Filosofia da Educação Matemática: debates e confluências**. São Paulo: Centauro, 2009.

HOFFMAN, J. Avaliação Mediadora: uma prática da construção da pré-escola a Universidade. 17.ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2000. Entrevista com Jussara Hoffman. P. 12. Revista Pátio. ed. Artmed. 2000.

HOUAISS, A. **Dicionário de Língua Portuguesa**. São Paulo. 2009. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#7>. Acesso em: 7 abr. 2019.

HUSSERL, Edmund. **Ideias para uma fenomenologia pura e para uma filosofia fenomenológica**: introdução geral à fenomenologia pura. Tradução de Márcio Suzuki. Aparecida: Ideias & Letras, 2006.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) 2015**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/pisa>. Acesso em: 29 mai. 2019.

JACOBINI, O. **A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula**. 2004. 225 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

JAPIASSÚ, H. **Dicionário básico de filosofia**. Zahar, 2001.

KAUFMAN, D. B., FELDER, R. M., FULLER, H. Accounting for individual effort in cooperative learning teams. **Journal of Engineering Education**, v. 89, n. 133, p. 133–140, 2000.

KAUFMAN, Julia H.; SCHUNN, Christian D. **Students' perceptions about peer assessment for writing: their origin and impact on revision work**. Springer Science Business Media B.V. 2010.

KLÜBER, T. E. Um olhar sobre a modelagem matemática no Brasil sob algumas categorias fleckianas. **Alexandria. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 219-240, 2009.

KLÜBER, T. E. **Uma metacompreensão da Modelagem Matemática na Educação Matemática**. 396 p., 2012. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2012.

KLÜBER, T. E. Atlas/ti como instrumento de análise em pesquisa qualitativa de abordagem fenomenológica. **ETD – Educação Temática Digital**, v. 16, n. 1, p. 5-23, 2014.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**. São Paulo, v. 10, n. 1, 2008.

KLÜBER, T. E.; TAMBARUSSI, C. M. A formação de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática: uma hermenêutica. **Acta Scientiae**. V. 19, n. 3, p. 412-426, maio-jun. 2017.

KOVALSKI, L. **Modelagem Matemática: articulações entre a prática e propostas curriculares oficiais**. Dissertação (Mestrado Profissional) em Matemática. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2016.

LIMA, S. J. de. **Aprendizagem cooperativa: um experimento no ensino de contabilidade**. 2012. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade: Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Doi: 10.11606/D.12.2012.tde-14022013-131433. Acesso em: 7 abr. 2019.

LIU, N.-F.; CARLESS, D. Peer feedback: the learning element of peer assessment. **Teaching in Higher Education**, v. 11, n. 3, p. 279–290, 2006.

LOPES, J.; SILVA, H. S. **A Aprendizagem Cooperativa a sala de aula – um guia prático para o professor**. Lisboa: Lidel. 2009.

LOPES, J.; SILVA, H. S. **50 técnicas de avaliação formativa**. Portugal: Lidel, 2012.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 17. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

LUCKESI, C. C. Gestão Democrática da escola, ética e sala de aula. **ABC Educativo**, n. 64. São Paulo: Criarp, 2007.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem componente do ato pedagógico**. 1ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar estudos e proposições**. 22 ed. São Paulo: Cortez, 2011b.

LUCKESI, C. C. **Avaliação em educação: questões epistemológicas e práticas**. São Paulo, Cortez, 2018.

LUCKESI, C. C. Avaliação da Aprendizagem e a Avaliação de Sistema (Texto publicado anteriormente no Blog Terra em 21 jun. 2010.) *In: Luckesi – avaliação em educação*. [S. l.]. 27 set. 2014. Disponível em: <http://luckesi.blogspot.com/2014/09/avaliacao-da-aprendizagem-e-avaliacao.html>. Acesso em: 30 mai. 2019.

MARTINS, S. R. **Formação Continuada de Professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática: o sentido que os participantes atribuem ao Grupo**. PPGEN. Unioeste - Campus Foz do Iguaçu. Dissertação de Mestrado, 2016.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Ed. Melhoramentos Ltda. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/>. Acesso em: 13 mai. 2020.

MICHAELSEN, L. K. Team learning: a comprehensive approach for harnessing the power of smallgroups in higher education. **To Improve the Academy**, 11, pp. 107-122, 1992.

MIGUEL, A.; D'AMBROSIO, U.; GARNICA, A.; IGLIORI, S. B. C. A Educação matemática: breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização. **Revista Brasileira de Educação: A educação matemática**, São Paulo, v. 27, p. 70-210, 2004.

MUTTI, G. S. L. **Práticas Pedagógicas da Educação Básica num Contexto de Formação Continuada em Modelagem Matemática na Educação Matemática**. 2016. 236f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu. 2016.

NOVEMBER, A. **Who Owns the Learning?** United Kingdom: Solution Tree, 2012.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Ensino de Primeiro Grau. PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares da educação básica**: matemática. Curitiba: SEED, 2008.

PINTO, J. A avaliação como estratégia de formação. *In*: R. d’Espiney e R. Canário (orgs.). **Uma escola em Mudança com a comunidade** – Projecto ECO, 1986-1992. Experiências e Reflexões. Lisboa: I.I.E. (1994).

OLIVEIRA, D. S. **Cinco elementos-chave para a Aprendizagem Cooperativa**. Equipe de Aprendizagem Cooperativa. Universidade Federal do Ceará – UFC, Campus Quixadá, 2014. Disponível em <https://paccequixada.wordpress.com/2014/05/03/interdependencia-positiva/>. Acesso em 7 jul. 2019.

OLIVEIRA, A. M. P.; BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e situações de tensão e as tensões na prática de Modelagem. **Bolema**, Rio Claro, v. 24, n. 38, p. 265-296, abr. 2011.

OLIVEIRA, W. P. **Modelagem Matemática nas Licenciaturas em Matemática das Universidades Estaduais do Paraná**. 2016. 154f. Dissertação (Mestrado Sociedade, Estado e Educação). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2016.

OLIVEIRA, W. P.; KATO, L. A. Avaliação em atividades de Modelagem Matemática na Educação Matemática: o que dizem os professores? **Acta Scientiae**, Canoas, v. 19, n. 1, p. 49-69- jan./fev. 2017.

PAULO, R. M.; AMARAL, C. L. C.; SANTIAGO, R. A. A pesquisa na perspectiva fenomenológica: explicitando uma possibilidade de compreensão do ser-professor de matemática. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 3, p. 1-16, 2010.

ROMA, J. E. **O curso de especialização em educação matemática da PUC-Campinas**: reflexos na prática pedagógica dos egressos. 2002. 208 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas. 2002.

RORATTO, C.; NOGUEIRA, C. M. I.; KATO, L. A. Ensino de matemática, história da matemática e aprendizagem significativa: uma combinação possível. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16(1), p. 117-142, 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID257/v16\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID257/v16_n1_a2011.pdf). Acesso em: 30 de out. 2019.

SACRISTÁN, José Gimeno (org.); **Saberes e Incertezas do Currículo**. Tradução: Alexandre Salvaterra; Revisão técnica: Miguel Arroyo, Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, L. M. M.; BISOGNIN, V. Experiências de ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental. *In*: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D. & ARAÚJO, J. L. **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007.

SAVIANI, D. **Concepção Pedagógica Tradicional**. Disponível em: [http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/glossario/verb\\_c\\_concepcao\\_pedagogica\\_tradicional.htm](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/glossario/verb_c_concepcao_pedagogica_tradicional.htm). Acessado em: 4 abr. 2019.

SILVA, A.C.; SILVA, C.M.T. **Avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem**. Porto Alegre: Mediação, 2009.

SILVA, M. S. M.; ZENAIDE, M. de N. T. **Plano de Ação em Educação em e para Direitos Humanos na Educação Básica**, s.d. Disponível em: [http://dhnet.org.br/dados/cursos/edh/redh/02/modulo\\_2\\_3\\_plano\\_de\\_acao\\_naza.pdf](http://dhnet.org.br/dados/cursos/edh/redh/02/modulo_2_3_plano_de_acao_naza.pdf). Acesso em: 6 mar. 2019.

SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D. Modelagem na Sala de Aula: resistências e obstáculos. **Boletim de Educação Matemática**, v. 26, n. 43, p. 1021-1047, 2012.

SOKOLOWSKI, R. **Introdução à fenomenologia**. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

SOMERVELL, H. **Issues in assessment, enterprise and Higher Education: the case for self-peer and collaborative assessment**, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 18(3), p. 221-233, 1993.

TAMBARUSSI, C. M.; KLÜBER, T. E. Focos da pesquisa stricto sensu em modelagem matemática na educação matemática brasileira: considerações e reflexões. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 209-225, 2014.

THOMÉ, S. C. **Reflexão e Tempo na Fenomenologia Husserliana**. V Seminário de Pós-Graduação Em Filosofia Da UFSCar. São Paulo, 2009.

TORRES, P. L; IRALA, E. A. F. **Aprendizagem colaborativa: teoria e prática**. Redes e conexões na produção do conhecimento. 2014. Disponível em: [http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2\\_03\\_Aprendizagem-colaborativa.pdf](http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2_03_Aprendizagem-colaborativa.pdf). Acesso em: 25 ago. 2019.

TRIPP D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

UNESCO, **Declaração Mundial sobre Educação para Todos: Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem**. Conferência Mundial sobre Educação para Todos, em Jomtien, Tailândia, de 5 a 9 de março de 1990.

VASCONCELOS, C. dos S. **Avaliação da aprendizagem: práticas de mudanças**. São Paulo: Libertad - Centro de Formações e Assessoria Pedagogia, 1998.

VELEDA, G. G. **Avaliação para a Aprendizagem em Modelagem Matemática na Educação Matemática**: Elementos para uma teorização. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Programa de Pós-Graduação em Educação. Tese Doutorado em Educação. Ponta Grossa, 2018.

VELEDA, G. G.; BURAK, D. Modelagem Matemática e o desafio da avaliação: revisitando as propostas nacionais e internacionais. *In*: VII EPMEM – ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7. 2016, Londrina. **Anais** [...]. UEL/UTFPR, p. 339-352, 2016.

VERTUAN, R. E. **Práticas de monitoramento cognitivo em atividades de modelagem Matemática**. Tese Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

VYGOTSKY, L. S. et al. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone; EDUSP, 1988.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. *In*: Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem. VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. 11. ed. São Paulo: ícone, 2010.

WALTER, S. A.; BACH, T. M. Adeus papel, marca-textos, tesoura e cola: inovando o processo de análise de conteúdo por meio do Atlas.ti. **Administração: Ensino e Pesquisa**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 275-308, abr/mai/jun. 2015.

## APÊNDICES

Nesta seção apresentamos o tutorial para o docente lançar na planilha eletrônica, os conceitos atribuídos pelos estudantes na sua autoavaliação e na avaliação dos seus colegas de grupos, após tem utilizado a ficha avaliativa PSA na sala de aula, para obtenção da avaliação final de cada estudante no trabalho em grupo desenvolvido.

### **Tutorial para obter a avaliação final do estudante**

Separe as fichas avaliativas por grupos que desenvolveram a atividade de Modelagem Matemática.

- Abra o arquivo do Excel com ao nome Análise da Ficha.
- O arquivo possui seis “abas” na parte inferior com os nomes: Aluno 1, Aluno 2, Aluno 3,
- Aluno 4, Aluno 5 e Consolidação (Figura 4).

	A	B	C	D	E	F
2	<i>Aluno que preencheu a ficha, colocar o nome abaixo:</i>					
3		<i>Membros do grupo</i>				
4	<b>1) Quanto à elaboração do problema</b>	<b>Aluno1</b>	<b>Aluno2</b>	<b>Aluno3</b>	<b>Aluno4</b>	<b>Aluno5</b>
5	a) Contribui com ideias e opiniões?	3	4	3		
6	b) Escuta as opiniões e as ideias dos colegas do grupo?	3	5	4		
7	c) Teve dificuldade de concordar com a proposta definida no grupo?	5	5	3		
8	<b>Média</b>	<b>6,7</b>	<b>9,2</b>	<b>5,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
9	<b>2) Quanto ao levantamento dos dados (pesquisa)</b>					
10	a) Colabora com o proposto na eficácia da busca dos dados?	3	4	5		
11	b) Expressa os desacordos de forma educada?	5	4	2		
12	c) Permanece a maior parte do tempo no grupo e não se distrai com outras atividades?	3	3	1		
13	<b>Média</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>4,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
14	<b>3) Quanto à busca pela solução</b>					
15	a) Escuta as opiniões e as ideias dos colegas do grupo?	2	3	5		
16	b) Consegue chegar a um consenso com os colegas do grupo?	4	4	4		
17	c) Teve dificuldade de encontrar a solução com a colaboração do grupo?	3	5	3		
18	<b>Média</b>	<b>5,0</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
19	<b>4) Quanto ao trabalho matemático</b>					
20	a) Contribuiu para a resolução matemática do problema?	4	4	2		
21	b) Teve dificuldade na solução matemática da atividade?	4	3	1		
22	<b>Média</b>	<b>7,5</b>	<b>6,3</b>	<b>1,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
23	<b>5) Quanto à apresentação dos resultados.</b>					
24	a) Participa de forma efetiva na construção da apresentação?	3	4	5		
25	b) Participa da apresentação do trabalho?	4	2	2		
26	<b>Média</b>	<b>6,3</b>	<b>5,0</b>	<b>6,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
27	<b>6) Quanto à constituição do grupo.</b>					
28	a) Você trabalharia novamente com esse grupo?	3	4	2		
29	<b>Média</b>	<b>5,0</b>	<b>7,5</b>	<b>2,5</b>	<b>0,0</b>	
30	<b>Média dos Critérios (Questões de 1 a 6)</b>	<b>6,2</b>	<b>7,0</b>	<b>4,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
31						
32	<b>7) Quanto ao seu desempenho e o desempenho do grupo .</b>					
33	a) Atribua uma nota para você e seus colegas de (0 a 10 )	3,0	3,0	4,0		
34						


**Aluno 1**
Aluno 2
Aluno 3
Aluno 4
Aluno 5
Consolidação


**FIGURA 4** - Análise da ficha em planilha eletrônica  
**Fonte:** A Autora

- Deverá ser preenchido apenas os campos que estão na cor branca, clique na aba Aluno 1 e inicie digitando o nome do Aluno que preencheu a ficha. Em seguida, as notas são lançadas.
- Coloque os nomes dos demais membros do grupo na Linha 4, no lugar de Aluno 1, Aluno 2, Aluno 3, Aluno 4 e Aluno 5. Esse preenchimento acontecerá nas demais abas automaticamente, na mesma ordem em que foi lançado na primeira aba.
- Preencher os critérios (somente numeral) 1 – Nunca, 2 – Raramente, 3 – Às vezes, 4 – Frequentemente e 5 – Sempre, avaliado pelo Aluno 1 nas sete questões.
- A planilha fará automaticamente a conversão do critério 1 – para nota 0; o critério 2 – para nota 2,5; o critério 3 – para nota 5,0; o critério 4 – para nota 7,5 e o critério 5 para nota 10,0.
- Após terminar o preenchimento do Aluno 1, clique na aba Aluno 2.
- Primeiramente coloque o nome do Aluno 2 na Linha 3, sendo o nome do aluno que preencheu a ficha que o professor lançará os critérios.
- Digite os critérios avaliados por esse aluno, sempre observando os nomes dos alunos, que devem ser na mesma ordem que foi preenchida na primeira aba.
- Esse processo de clicar na aba, digitar o nome do aluno na Linha 3 e depois digitar os critérios avaliados por ele, deverá ser repetido nas abas da parte inferior, lançando as avaliações feitas por todos do grupo de trabalho, no exemplo da Figura 4, o grupo era de apenas três membros.
- Após preencher os campos com os dados das avaliações feitas pelos alunos, deverá clicar em consolidação (Figura 5).

	A	B	C	D	E	F
1	<b>CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS DAS NOTAS DOS ALUNOS</b>					
2		<b>Membros do grupo</b>				
3	<b>1) Quanto à elaboração do problema</b>	<b>Aluno1</b>	<b>Aluno2</b>	<b>Aluno3</b>	<b>Aluno4</b>	<b>Aluno5</b>
4	Média	3,2	4,2	3,7	0,0	0,0
5	<b>2) Quanto ao levantamento dos dados (pesquisa)</b>					
6	Média	2,8	3,5	2,7	0,0	0,0
7	<b>3) Quanto à busca pela solução</b>					
8	Média	3,0	3,7	3,3	0,0	0,0
9	<b>4) Quanto ao trabalho matemático</b>					
10	Média	3,3	2,8	2,3	0,0	0,0
11	<b>5) Quanto à apresentação dos resultados.</b>					
12	Média	3,0	2,5	3,0	0,0	0,0
13	<b>6) Quanto à constituição do grupo.</b>					
14	Média	3,5	4,0	3,0	0,0	0,0
15	<b>Média dos critérios de todos os membros do grupo</b>	<b>3,1</b>	<b>3,4</b>	<b>3,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
16						
17	<b>7) Quanto ao seu desempenho e o desempenho do grupo .</b>					
18	a) Atribua uma nota para você e seus colegas de (0 a 10)	5,0	9,0	5,0	0,0	0,0
19						
20	<b>8) Espaço do Professor</b> <b>Avalie seu aluno de 0 a 10 ao lado</b>	7,0	7,0	7,0	0,0	0,0
21						
22	<b>Nota final do aluno</b> <i>(média dos critérios+ nota dos colegas+ nota do professor)</i>	5,0	6,5	5,0	0,0	0,0
23						
24						

**FIGURA 5** - Consolidação dos dados na planilha eletrônica  
**Fonte:** A Autora

- Quando a aba consolidação estiver aberta, conforme Figura 4, você irá observar que os nomes dos alunos do grupo de trabalho aparecerão na mesma ordem que foi preenchido na aba do Aluno 1 e já com o lançamento dos critérios avaliados por todos e transformados em notas de 0 a 10.
- Com essa planilha de consolidação aberta, você observará que as médias das questões de cada aluno já estarão lançadas e o professor deverá digitar apenas na Linha 20, na questão 8, a sua nota para cada aluno do grupo.
- Na Linha 22, aparecerá a Nota Final do aluno.

Esse tutorial foi desenvolvido com intuito de colaborar com o docente na finalização e consolidação dos dados obtidos com utilização da Ficha PSA na sala de aula. Visava orientar o docente sobre o lançamento dos conceitos atribuídos pelos estudantes para a obtenção na nota final da avaliação da atividade desenvolvida de Modelagem Matemática.

Temos a ciência que seria muito produtivo e facilitador para o docente que esse trabalho de lançamento de notas na planilha eletrônica, poderia ser substituído por um aplicativo a ser usado em smartphone, o que certamente se tornaria mais atraente para os estudantes e facilitaria o seu uso para todos. Porém, devido ao curto período para construção dessa dissertação, não foi possível seu desenvolvimento.