



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

FRANCIMAR GOMES DE OLIVEIRA JÚNIOR

MODELAGEM MATEMÁTICA E NEUROCIÊNCIAS: ALGUMAS RELAÇÕES

CAMPO GRANDE/MS

2020





Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

FRANCIMAR GOMES DE OLIVEIRA JÚNIOR

MODELAGEM MATEMÁTICA E NEUROCIÊNCIAS: ALGUMAS RELAÇÕES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final à obtenção do título de mestre em Educação Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Carreira da Rosa.

CAMPO GRANDE/MS

2020





FRANCIMAR GOMES DE OLIVEIRA JÚNIOR

MODELAGEM MATEMÁTICA E NEUROCIÊNCIAS: ALGUMAS RELAÇÕES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final à obtenção do título de mestre em Educação Matemática.
Campo Grande, 10 de novembro de 2020.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Claudia Carreira da Rosa – Orientadora
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Marilena Bittar
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Jader Otávio Dalto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profa. Dra. Edilene Simões Costa dos Santos – Suplente
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul





DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus pelas orações ouvidas, pelos alívios e confortos proporcionados durante o mestrado.

In memoriam à minha filha, Maria Clara de Oliveira Alexandre! Por me influenciar a continuar mesmo estando imerso em pensamentos sobre ela. **Te amo minha filha!** E *in memoriam* a Francimar Gomes de Oliveira, meu pai, que não pode me acompanhar nesta jornada, mas forneceu o apoio necessário para que eu continuasse nela.

À minha mãe pelas palavras, por me fortalecer, por orar quando necessitei e pelo amparo nesta caminhada. Além dos meus irmãos Guilherme, Isabelly e Jaianny, particularmente a última por todo o apoio e palavras motivacionais que me proporcionou durante esses momentos.

A quatro amigos que considero como irmãos: João Felberg, Lucas Abreu, Lucas Gesiley e Mário Carvalho, por me acalmar, caçoar e desejar forças para finalizar o trabalho fosse finalizado.

Dedico este trabalho à minha professora-orientadora e mãe temporária, profa. dra. Claudia Carreira da Rosa, que me deu apoio, forças, broncas, “puxões de orelha”, abraços, ensinamentos para a vida, conselhos e outras formas de auxílio que me ajudou não só na dissertação, mas também evoluir na vida pessoal e profissional.





AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força, paciência, ensinamentos, ânimos entre tantos outros pedidos clamados durante o processo de mestrado!

A minha família e amigos por todo o apoio dado. Em especial ao Jhonathan e ao João Paulo pelas conversas e alívios das tensões do mestrado e a Letícia Garcia por se dispor a revisar e discutir sobre a dissertação.

Aos integrantes do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFEPEM) pelas dicas, sugestões, orientações, debates e outras contribuições a esta dissertação, principalmente aos participantes do grupo na cidade de Campo Grande. Em especial a Tuane Pacheco pelas reflexões e correções de trechos do trabalho e a Débora Coelho de Souza pelo apoio emocional.

A Bianca, mãe da minha filha, e a sua família pelo apoio no início dessa jornada e por não deixar eu desistir.

Aos professores e a turma de mestrado (2018) do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEduMat) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pelas leituras, críticas, posicionamentos, sugestões entre outras formas que influenciaram direta e indiretamente na elaboração desta dissertação.

Agradeço imensamente ao prof. dr. Jader Otávio Dalto, a profa. dra. Edilene Simões Costa e a profa. dra. Marilena Bittar por terem aceitado o convite de avaliarem este trabalho e proporem contribuições para potencializá-lo.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Psicologia, Neurociências e Educação (GEP–PNEdu), orientado pela profa. dra. Maria Luzia Santana, pelas contribuições diretas e indiretas nesta pesquisa em relação aos referenciais bibliográficos, os estudos, os debates e as pesquisas sobre Psicologia e Neurociências voltados à Educação.

Alguns alunos que me motivaram a realizar as atividades do mestrado e esta dissertação, além de me convidarem a distrair um pouco de tais atividades.

E, por último, agradeço todos aqueles que me ajudaram direta e indiretamente na elaboração desta dissertação.





RESUMO

Este trabalho tem como objetivo **analisar relações entre Modelagem Matemática e Neurociências no processo de aprendizagem**. Para alcançarmos esse objetivo, realizamos uma pesquisa de cunho qualitativo com métodos que se aproximam da Análise de Conteúdo descrita por Bardin (1977) em que escolhemos atividades descritas em duas dissertações do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFEPEM) e as analisamos com categorias criadas por nós a partir de dois eixos temáticos: as características da Modelagem Matemática e os apontamentos das Neurociências para facilitar e/ou potencializar a aprendizagem. Neste trabalho, utilizamos o termo Neurociências, no plural, porque utilizamos trabalhos e pesquisas de distintas subáreas de investigações do cérebro, sistema nervoso e a mente. Nossas análises foram divididas nos processos de desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática (compreensão, construção e validação) e, ao final de cada análise, apresentamos uma tabela com as relações observadas e um grafo para a visualização dessas relações. Com isso, percebemos que existem relações entre as características da Modelagem e os apontamentos das Neurociências e que elas podem se influenciar durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática.

Palavras-chaves: Educação Matemática; Modelagem Matemática; Neurociências; aprendizagem; processo.





ABSTRACT

This work aims to analyze **relationships between Mathematical Modeling and Neurosciences in the learning process**. To achieve this goal, we conducted a qualitative research with methods that approximate the Content Analysis described by Bardin (1977) in which we chose activities described in two dissertations by the Group of the Frontier of Studies and Research in Mathematical Education (GFEPEM) and we analyze with categories created by us from two thematic axes: the characteristics of Mathematical Modeling and the notes of Neurosciences to facilitate and/or enhance learning. In this work, we use the term Neurosciences, in the plural, because we use works and research from different sub-areas of investigations of the brain, nervous system and the mind. Our analyzes were divided into the development processes of Mathematical Modeling activities (understanding, construction, and validation) and, at the end of each analysis, we present a table and a graph with the observed relationships, and a graph for the visualization of these relationships. With that, we realized that there are relations between the characteristics of Modeling and the notes of Neurosciences and that they can be influenced during the development of Mathematical Modeling activities.

Keywords: Mathematical Education; Mathematical Modeling; Neurosciences; learning; process.





LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema da relação entre os elementos envolvidos para facilitar a aprendizagem, construído com base em nosso referencial teórico.	22
Figura 2 – Curva de esquecimento.	23
Figura 3 – Ilustração da análise de conteúdo por Bardin.	47
Figura 4 – Último parágrafo da página 67 da dissertação de Ovando Neto.	61
Figura 5 – Segundo e terceiro parágrafo da página 68 da dissertação de Ovando Neto.	63
Figura 6 – Quarto e quinto parágrafo da página 68 da dissertação de Ovando Neto.	65
Figura 7 – Primeiro parágrafo da página 69 da dissertação de Ovando Neto.	65
Figura 8 – Segundo parágrafo da página 69 da dissertação de Ovando Neto.	68
Figura 9 – Segundo parágrafo da página 70 da dissertação de Ovando Neto.	71
Figura 10 – Terceiro parágrafo da página 70 da dissertação de Ovando Neto.	71
Figura 11 – Quarto parágrafo da página 70 da dissertação de Ovando Neto.	72
Figura 12 – Primeiro parágrafo da página 71 da dissertação de Ovando Neto.	72
Figura 13 – Terceiro parágrafo da página 71 da dissertação de Ovando Neto.	73
Figura 14 – Primeiro parágrafo da página 72 da dissertação de Ovando Neto.	74
Figura 15 – Segundo parágrafo da página 72 da dissertação de Ovando Neto.	76
Figura 16 – Terceiro parágrafo da página 72 da dissertação de Ovando Neto.	77
Figura 17 – Registro do cálculo feito pelo grupo 1 para encontrar a porcentagem referente a 9 alunos.	78
Figura 18 – Último parágrafo da página 72 da dissertação de Ovando Neto.	78
Figura 19 – Primeiro parágrafo da página 73 da dissertação de Ovando Neto.	79
Figura 20 – Primeiro parágrafo da página 74 da dissertação de Ovando Neto.	82
Figura 21 – Segundo parágrafo da página 74 da dissertação de Ovando Neto.	83
Figura 22 – Terceiro e quarto parágrafo da página 74 da dissertação de Ovando Neto.	84
Figura 23 – Primeiro parágrafo da página 76 da dissertação de Ovando Neto.	86
Figura 24 – Segundo e terceiro parágrafo da página 46 da dissertação de Ovando Neto.	87
Figura 25 – Primeiro e segundo parágrafos da página 77 da dissertação de Ovando Neto. ...	90
Figura 26 – Grafo criado com resultados obtidos pela análise de Ovando Neto.	92
Figura 27 – Terceiro parágrafo da página 85 da dissertação de Souza.	97
Figura 28 – Primeiro parágrafo da página 86 da dissertação de Souza.	98
Figura 29 – Segundo e terceiro parágrafo da página 86 da dissertação de Souza.	98
Figura 30 – Último parágrafo da página 86 da dissertação de Souza.	100





Figura 31 – Primeiro parágrafo da página 87 da dissertação de Souza.....	102
Figura 32 – Segundo e último parágrafos da página 87 da dissertação de Souza.	105
Figura 33 – Segundo parágrafo da página 80 da dissertação de Souza.....	107
Figura 34 – Primeiro parágrafo da página 81 da dissertação de Souza.....	107
Figura 35 – Relatos escritos pelos acadêmicos.	107
Figura 36 – Primeiro e segundo parágrafos da página 85 da dissertação de Souza.	109
Figura 37 – Último parágrafo da página 88 da dissertação de Souza.	112
Figura 38 – Segundo parágrafo da página 89 da dissertação de Souza.....	113
Figura 39 – Segundo parágrafo da página 89 da dissertação de Souza.....	114
Figura 40 – Terceiro e último parágrafos da página 86 da dissertação de Souza.	114
Figura 41 – Primeiro e segundo parágrafo da página 90 da dissertação de Souza.....	116
Figura 42 – Primeiro parágrafo da página 91 da dissertação de Souza.....	118
Figura 43 – Segundo e metade do terceiro parágrafos da página 91 da dissertação de Souza.	119
Figura 44 – Metade do primeiro parágrafo da página 92 da dissertação de Souza.	121
Figura 45 – Último parágrafo da página 92 da dissertação de Souza.	122
Figura 46 – Primeiro parágrafo da página 93 da dissertação de Souza.....	123
Figura 47 – Terceiro parágrafo da página 93 da dissertação de Souza.	125
Figura 48 – Último parágrafo da página 93 da dissertação de Souza.	128
Figura 49 – Terceiro parágrafo da página 94 da dissertação de Souza.	130
Figura 50 – Quarto parágrafo da página 93 da dissertação de Souza.....	131
Figura 51 – Primeiro parágrafo da página 95 da dissertação de Souza.....	134
Figura 52 – Grafo criado com resultados obtidos pela análise de Souza.	137
Figura 53 – Síntese, em esquema, das relações interpretadas.	145





SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 APONTAMENTOS DAS NEUROCIÊNCIAS PARA A APRENDIZAGEM.....	15
2.1 Aprendizagem ou processo de aprendizagem?	15
2.2 A atenção	16
2.3 Emoção, prazer e motivação.....	18
2.4 Conteúdo, vivência e significado	20
2.5 O processo de conservação da aprendizagem	21
2.6 Funções executivas.....	26
3 MODELAGEM MATEMÁTICA E SUAS CARACTERÍSTICAS	28
3.1 Algumas concepções de Modelagem Matemática.....	28
3.2 Processo de desenvolvimento da Modelagem Matemática	32
3.3 Modelagem Matemática e as contribuições para o processo de aprendizagem.....	35
3.3.1 Relação com outras áreas do conhecimento	37
3.3.2 Interesse e/ou motivação	38
3.3.3 Interação/envolvimento	39
3.3.4 Diversidade de encaminhamentos	40
3.3.5 Mudança de postura dos alunos.....	40
3.3.6 Demais características	43
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
4.1 Problemática e objetivo.....	45
4.2 Procedimentos metodológicos.....	46
4.2.1 Apontamentos das Neurociências.....	48
4.2.2 Características da Modelagem Matemática.....	51
4.3 Contexto da pesquisa.....	54
4.3.1 Atividade 1 – O uso do narguilé.....	54
4.3.2 Atividade 2 – As abelhas e a Geometria.....	55





4.4 Coleta e análise dos dados.....	56
5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS À LUZ DOS EIXOS TEMÁTICOS ESTABELECIDOS	59
5.1 O uso do narguilé.....	59
5.1.1 Compreensão	60
5.1.2 Construção	71
5.1.3 Validação	90
5.1.4 Resultados.....	92
5.2 Abelhas e a Geometria	96
5.2.1 Compreensão	97
5.2.2 Construção	105
5.2.3 Validação	134
5.2.4 Resultados.....	136
5.3 Análise Global.....	140
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	147
REFERÊNCIAS	152
APÊNDICE A – Trajetória da Pesquisa	157



1 INTRODUÇÃO

Um dos nossos objetivos como professores, particularmente de Matemática, é que nossos alunos compreendam e aprendam os conteúdos matemáticos. Para alcançarmos esse objetivo, dispomos de diferentes metodologias e/ou estratégias de ensino que permeiam ou integram o âmbito da Educação Matemática, como a Modelagem Matemática.

A Modelagem Matemática, em geral, pode ser entendida como uma estratégia de ensino que visa trabalhar os conteúdos matemáticos por meio de problemas, matemáticos ou não, que permeiam situações da realidade ou da vivência dos alunos, isto é, por meio de situações-problemas. Ao propormos uma situação-problema aos alunos, eles necessitam entender e debater acerca do contexto dela, analisar e elencar quais os processos que serão necessários para resolvê-la, utilizar ou criar procedimentos matemáticos para construir uma resposta e validá-la frente ao contexto.

Tanto a concepção quanto o processo de desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática descritas no parágrafo anterior são entendimentos gerais, pois existem diferentes concepções de seu uso em sala de aula que acarretam formas distintas de desenvolvimento da atividade, como possuir etapas para resolver a atividade (ALMEIDA; DIAS, 2004) ou não (BARBOSA, 2001). E, embora existam diferenciações acerca de como conceber e desenvolver a Modelagem em sala de aula, existem pontos convergentes que podem contribuir na aprendizagem dos alunos e que são propiciadas pelo desenvolvimento das atividades (ROSA, 2013).

Esses pontos convergentes podem ser entendidos como qualidades e particularidades que descrevem as atividades de Modelagem, isto é, características das atividades de Modelagem Matemática. Uma dessas características da Modelagem é a utilização de problemas para motivar ou interessar os alunos no desenvolvimento das atividades (ALMEIDA; DIAS, 2004; ALMEIDA; BRITO, 2005; ARAÚJO, 2002; BARBOSA, 2001; BURAK, 1992; ROSA, 2013). Rosa (2013), apresenta outras características como uma maior criticidade, autonomia e consciência de suas ações.

É interessante salientarmos que essas características são apontados comuns de autores que defendem a Modelagem Matemática na Educação Matemática e que em outros âmbitos de pesquisa que estudam, investigam e apontam outros fatores que também podem auxiliar na aprendizagem de informações, por exemplo as Neurociências.

As Neurociências abrangem um conjunto de áreas científicas que investigam diferentes aspectos do nosso sistema nervoso, da nossa mente e do nosso cérebro como estruturas,



comportamentos entre outros (LISBOA, 2016). Algumas dessas investigações tem como objetivo descrever como informações são processadas e armazenadas no cérebro e que fatores podem influenciar no tempo em que permanecem “aprendidas”.

Com essas investigações das Neurociências, os autores Bartoszeck e Bartoszeck (2009), Cosenza e Guerra (2011), Oliveira (2014) e Lisboa (2016) ponderam que uma aproximação delas com a área da Educação possa auxiliar os professores em suas práticas de ensino por apontar fatores que podem facilitar ou prejudicar à aprendizagem dos conteúdos pelos alunos. Um desses fatores é a mobilização das emoções, pois dependendo de qual emoção o professor mobiliza durante sua aula, ele pode estimular os alunos em seu processo de aprendizagem ou desmotivá-los (ALVAREZ; LEMOS, 2006; BOCKINGTON, 2011; COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011; IZQUIERDO *et al.*, 2013; FONSECA, 2016).

Neste sentido, é importante os professores saberem quais são os apontamentos que os trabalhos e estudos das Neurociências indicam como facilitadores e/ou potenciais à aprendizagem, como também aqueles que podem prejudicar.

Neste contexto, Oliveira Júnior e Rosa (2020) realizaram uma aproximação teórica entre Modelagem Matemática e Neurociências e observam que “[...] durante o processo de desenvolvimento de atividades de Modelagem há, com alguma relação, os estímulos que facilitam, potencializam e conservam a aprendizagem segundo as Neurociências” (*ibidem*, p. 22).

A par destas informações, considerando a Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática e trabalhos das Neurociências que dialogam, de alguma forma, com o ensino, queremos **analisar possíveis relações entre Modelagem Matemática e Neurociências no processo de aprendizagem.**

Para tanto, construímos este trabalho em dois eixos temáticos: os apontamentos das Neurociências para facilitar e potencializar à aprendizagem e as características da Modelagem Matemática. A partir desses eixos e utilizando procedimentos que se aproximam do método Análise de Conteúdo descrito por Bardin (1977), construímos categorias para analisarmos duas atividades descritas em dissertações defendidas por integrantes do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFPEM).

Uma das dissertações escolhidas foi de Ovando Neto (2019, p. 18) que tem como objetivo de pesquisa verificar “[...] quais os desafios e possibilidades do uso da Modelagem Matemática na sala de aula frente ao Referencial Curricular do Mato Grosso do Sul”. Para alcançar o objetivo de sua dissertação, Ovando Neto (2019) desenvolveu e descreveu um conjunto de três atividades de Modelagem que, dessas, escolhemos a atividade cuja temática



foi “o uso do narguilé”.

A outra dissertação foi de Souza (2020, p. 18) que tem como objetivo de pesquisa analisar “quais as relações, possibilidade e desafios que se estabelecem entre as representações sociais sobre a Matemática e o ensino de Matemática dos futuros professores dos Anos Iniciais ao utilizar a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica”. Assim como Ovando Neto, Souza desenvolveu e descreveu três atividades de Modelagem que, dessas, escolhemos a atividade com o tema “as abelhas e a Geometria”.

É importante frisarmos que este trabalho buscou identificar ações inerentes de sujeitos, como atenção e emoção, a partir da interpretação de relatos de atividades de Modelagem Matemática que foram descritas por terceiros e que eles as relatam tiveram outra finalidade.

Neste sentido, este trabalho estrutura-se em seis seções: a primeira seção é esta introdução; na segunda seção, descrevemos o eixo temático dos apontamentos das Neurociências; na terceira seção, descrevemos o eixo das características da Modelagem Matemática; na quarta, detalhamos os procedimentos metodológicos utilizados; na quinta, analisamos os dados coletados e; na sexta seção, realizamos as considerações finais sobre nossa pesquisa. Após essas seções, expomos nossas referências e, por fim, apresentamos nossa trajetória de pesquisa no apêndice.



2 APONTAMENTOS DAS NEUROCIÊNCIAS PARA A APRENDIZAGEM

Nesta seção apresentamos o nosso entendimento acerca de aprendizagem, enunciamos e descrevemos os estímulos para facilitar e potencializar a aprendizagem, o processo de conservação de uma informação, a utilização das funções executas no processo de aprendizagem e sua aproximação com a Modelagem Matemática.

2.1 Aprendizagem ou processo de aprendizagem?

Dentre os nossos objetivos como professores está o ensinar determinado conhecimento para que os alunos aprendam, particularmente no ensino de Matemática, aprendam os conteúdos matemáticos. Neste sentido, Bartoszeck e Bartoszeck (2009, p.8) propõem que se “Tudo que se aprende chega ao cérebro pela via dos órgãos sensoriais [...]”, então “O entendimento de como a informação se transforma em conhecimento que é armazenado na memória de longa duração, pode ser uma estratégia enriquecedora do sucesso escolar do aluno” (*ibidem*, p. 9).

Com esse pensamento, é comum que os professores possuam um olhar otimista para os estudos do cérebro para/com a Educação (COSENZA; GUERRA, 2011; OLIVEIRA, 2014; LISBOA, 2016). Entretanto, mesmo com possibilidades otimistas na Educação, os trabalhos neurocientíficos sobre como ocorre a aprendizagem “[...] não propõem uma nova pedagogia nem prometem soluções definitivas para as dificuldades da aprendizagem” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 142-143), mas podem “[...] colaborar para fundamentar práticas pedagógicas que já se realizam com sucesso e sugerir ideias para intervenções, demonstrando que as estratégias pedagógicas que respeitam a forma como o cérebro funciona tendem a ser as mais eficientes” (*ibidem*, p. 143).

Sendo assim, as pesquisas neurocientíficas sobre aprendizagem podem fornecer indícios que norteiem os professores a pensarem sua prática com o intuito de facilitar a aprendizagem. Mas, com base nessas informações, podemos nos indagar: o que é a aprendizagem?

A aprendizagem nas Neurociências, é um processo físico/biológico em que células nervosas (neurônios) se interligam, isto é, se formam sinapses (COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011). A criação de sinapses é um processo que demora cerca de oito horas e nem tudo que experimentamos durante o dia é “gravado”, mas aquelas experiências que foram impactantes, importantes, relevantes ou envolventes para nós possuem maior propensão a serem “gravadas” (COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011).

Um exemplo que podemos citar é um trabalho científico em que não há necessidade do nosso cérebro gravar todas as frases ou parágrafos estritamente, apenas aquele(s) trecho(s) que



nos chamou atenção ou que nos proporcionou uma reflexão ou a ideia resumida do que se trata o texto. Outro exemplo, agora no contexto das aulas de Matemática, é o aluno não necessitar gravar toda explicação e exemplificações do professor que foram realizadas durante a aula, apenas alguma parte que o auxilie no entendimento ou na resolução de atividades encaminhadas para casa.

Neste sentido, podemos entender a aprendizagem como “passar a ter conhecimento sobre [...]; passar a possuir habilidade técnica [...]” (DÍCIO, 2009-2020¹). Esse entendimento de aprendizagem é similar à concepção de aprendizagem na Educação Matemática. Nela, a aprendizagem é entendida como um processo em que a pessoa constrói seus conhecimentos a partir de investigações, participações, testes e validações (BOERI; VIONI, 2009).

Sendo assim, consideramos a aprendizagem e/ou processo de aprendizagem como um processo de construção de um saber, habilidade, técnica ou mudança de hábito.

É interessante destacarmos que as informações que são aprendidas, são armazenadas com outras de conteúdo similar (BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2012; COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011), por exemplo, o enredo de um livro de romance estará mais “próximo” dos conhecimentos de livros já lidos do que suas comidas favoritas.

Neste contexto, Bartoszeck e Bartoszeck (2012), Cosenza e Guerra (2011) e Izquierdo (2011) sugerem que os conteúdos sejam aproximados das vivências dos alunos, que mobilizem emoções positivas e que chamem a atenção dos alunos ao que está sendo ensinado, para que facilitem e/ou potencializem a aprendizagem.

A par destas informações, explanaremos sobre esses três estímulos – aproximação com a vivência, as emoções e a atenção – e como eles se relacionam com o processo de aprendizagem.

2.2 A atenção

Durante a leitura de um livro, uma conversa, um desenvolver de atividade, uma caminhada pelo centro da cidade ou na explicação do professor sobre um conteúdo novo, estamos nos concentrando em um estímulo. Em geral, esse estímulo o qual escolhemos nos concentrar está imerso em um conjunto de outros estímulos simultâneos, como: sons produzidos carros passando na rua, a sensação da roupa em nosso corpo, o som e o trajeto de uma mosca voando em uma sala. Quando nós nos direcionamos para um estímulo e ignorarmos os demais,

1 Disponível em <https://www.dicio.com.br/aprender/>. Acessado em 26 ago. 2020.



estamos exercitando a nossa atenção (GONÇALVES; MELO, 2009; COSENZA; GUERRA, 2011).

Ao direcionarmos nossa atenção para um estímulo, estamos “orientando” o nosso cérebro para qual informação/estímulo ele deve se focar em processar, pois ele não possui capacidade para interpretar todos os estímulos ao mesmo tempo (COSENZA; GUERRA, 2011). Por exemplo, quando duas pessoas falam ao mesmo tempo com uma terceira, é difícil que ela compreenda simultaneamente ambas as mensagens, porém se solicitar que uma fale depois da outra, a compreensão poderá ser mais fácil.

É importante salientarmos que a atenção e a compreensão são processos diferentes, pois a primeira trata-se do direcionamento de qual estímulo devemos nos focar enquanto a segunda é o processo de entendimento, de interpretação daquele estímulo (ALVAREZ; LEMOS, 2006; CARVALHO, 2010). Esse processamento da informação também é importante para a aprendizagem de algo, conforme salienta Carvalho ao afirmar que “a aprendizagem humana não decorre de um simples armazenamento de dados perceptuais, e sim do processamento e elaboração das informações oriundas das percepções no cérebro” (CARVALHO, 2010, p. 539).

Contudo, esse processamento e elaboração de informações apontado por Carvalho, apenas será possível se direcionarmos o foco para aquilo que será aprendido (COSENZA; GUERRA, 2011; LADEWIG, 2000; SILVA; MORINO, 2012). Sendo assim, podemos afirmar que o processo para aprender inicia-se com a atenção naquilo que será aprendido.

Neste sentido, reçaltamos que existem dois fatores que podem influenciar na atenção e que podem independer da prática do professor em sala de aula². O primeiro fator corresponde ao nosso descanso ou nosso nível de vigília: quando descansamos bem, podemos nos sentir dispostos no dia posterior e ficamos mais atentos em algumas situações, porém quando não dormimos bem, o contrário ocorre. E, caso não tenhamos descansado direito, o processo de criação de sinapse também fica prejudicado (COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011; IZQUIERDO; MYSKIW; BENETTI; FURINI, 2013; GOLEMAN, 2014), o que afeta a aprendizagem tanto do dia anterior quanto do atual.

O segundo fator que influência a atenção são as emoções e essa influência pode ser tanto positiva quanto negativa. Por exemplo, se um aluno que está triste ou eufórico devido a uma experiência que aconteceu antes ou durante a aula, ele dificilmente focará na aula por estar focado na situação que gerou aquela emoção (OLIVEIRA; ROSA, 2020), o que prejudica sua atenção; mas se aquilo que está sendo ensinado for interessante ou relevante a um aluno, pode

2 Colocamos tais fatores para que os professores-leitores deste trabalho possam considerá-los em suas aulas.



motivá-lo a aprender (COSENZA; GUERRA, 2011; FONSECA, 2016) e, conseqüentemente, conquista a atenção dele à aula.

A par destas informações, podemos inferir que, para iniciarmos a aprendizagem dos alunos, particularmente dos conteúdos matemáticos, necessitamos chamar a atenção deles para aquilo que ensinaremos. E, uma forma de alcançarmos esse objetivo inicial, é motivando os alunos.

2.3 Emoção, prazer e motivação

Existem diversas pesquisas, estudos e trabalhos sobre implicações e influências das emoções no comportamento humano e, por isso, não há uma definição que englobe todos os estudos já realizados sobre ela (BOCKINGTON, 2011; DIAS; CRUZ; FONSECA, 2008; COSENZA; GUERRA, 2011; ROAZZI; DIAS; SILVA; SANTOS; ROAZZI, 2011). Neste trabalho, nos baseamos em Cosenza e Guerra (2011) e entendemos as emoções como um sinalizador de que algo acontece internamente com um determinado indivíduo.

Com esse entendimento, as emoções também podem funcionar como um sinalizador para relações entre pessoas, pois podemos identificar as emoções uns dos outros, o que nos permite adaptar e escolher a melhor resposta para aquela situação (COSENZA; GUERRA, 2011). Por exemplo, se em uma aula o professor observa um certo desânimo dos alunos durante a explicação de um conteúdo, ele pode modificar sua prática para tentar reverter esse desânimo (emoções dos alunos). Essa modificação da prática do professor do exemplo está condicionada as experiências anteriores dele e as respostas (positivas) que retornaram dessas experiências.

Isso decorre porque, segundo Damásio (2000), Izquierdo (2011), Izquierdo *et. al* (2013) e Fonseca (2016), algumas aprendizagens acontecem por meio do mecanismo de estímulo → resposta que nos faz considerar em repetir ou suprimir ações dependendo da emoção que a resposta ao estímulo desencadeou.

Neste contexto, ao retornarmos ao exemplo em que o professor observa um desânimo nos alunos para/com sua aula, ele pode: 1) chamar a atenção de um aluno ou da turma; 2) questionar o que aconteceu; 3) fazer alguma brincadeira ou algum comentário; 4) retornar a sua explicação do início com outra metodologia ou estratégia de ensino, dentre tantas outras formas. Assim, dado a realização de qualquer estímulo, gerará um resultado/uma resposta que se for satisfatória por reverter o desânimo da turma será repetido em uma situação similar, caso contrário, será pensado outro forma.

Uma outra situação que podemos utilizar como exemplo, é pensarmos em uma atividade de Matemática em que os alunos necessitam escolher uma estratégia que julguem necessária



para a resolução. Neste contexto, é natural que os alunos utilizem estratégias com as quais eles se sintam seguros em desenvolver e encontrem um resultado consistente em vez de arriscar em conhecimentos/procedimentos novos ou pouco familiares que possam acarretar um resultado duvidoso e, talvez, em uma frustração por errarem.

Damásio (2000) explica que essa aprendizagem por estímulo → resposta é possível devido a associação de dois estimulantes: a dor e o prazer. Esses dois estimulantes regulam a vida diferentemente, pois “[...] A dor vincula-se a punição e a comportamentos como o de retirada ou paralisação. O prazer, por outro lado, vincula-se a recompensa e a comportamentos como o de busca e aproximação” (DAMÁSIO, 2000, p. 108). E, mesmo esses estimulantes não sendo emoções, podem ser relacionadas a elas, onde a dor se relaciona com as emoções negativas e o prazer com as emoções positivas (*ibidem*).

Neste sentido, nos baseando em Damásio (2000), podemos alegar que a aprendizagem envolvendo emoções negativas são diferentes das que envolvem emoções positivas, a aprendizagem com emoções negativas são ações que tenderam a ser evitadas, pois podem se vincular com o medo, a frustração; enquanto a aprendizagem com emoções positivas possibilita e estimula uma reutilização/uma repetição de ações, já que podem estar relacionadas com o prazer, a recompensa. Sendo assim, ambas formas de aprendizagem podem ser utilizadas para atingirem objetivos educacionais diferentes, repetir ou suprimir ações.

Embora seja importante enfatizarmos que o professor deve analisar e considerar consequências emocionais de suas ações para/com alunos, por exemplo, se o objetivo de um professor for incentivar os alunos a tentarem resolver problemas, é prudente evitar ações que possam estimular uma frustração (emoção negativa) nos alunos em relação ao seu processo de construção de uma resposta, por exemplo.

Por isso, tanto Cosenza e Guerra (2011) quanto Fonseca (2016) sugerem que os professores utilizem metodologias e/ou estratégias de ensino que mobilizem emoções positivas aos alunos, isto é, formas de ensinar que gerem prazer a eles ou os motivem. Essa motivação, segundo Fonseca (2016), é o ato de se mover com energia, excitação, empolgação, entusiasmo para que uma necessidade seja satisfeita, ou seja, é uma estimulação positiva para alcançar um determinado objetivo.

Neste sentido, Damásio (2000) corrobora Fonseca (2016) ao afirmar que sentimos prazer ao alcançar um objetivo e complementa destacando que essa sensação de prazer pode ser maior do que aquela quando iniciamos nossa busca pelo objetivo.

A par destas informações, podemos perceber a relevância das emoções no comportamento humano, além delas poderem influenciar na aprendizagem, facilitando-a ou



prejudicando-a, e potencializando a duração daquilo que foi aprendido (ALVAREZ; LEMOS, 2006; COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011; IZQUIERDO *et al.*, 2013; FONSECA, 2016). Deste modo, ao elencarmos tal relevância das emoções para o processo de aprendizagem, também sugerimos aos professores que considerem a mobilização delas durante sua prática pedagógica e evitem proporcionar situações que promovam emoções negativas.

Para tanto, Cosenza e Guerra (2011) propõem a relação entre o conteúdo e a vivência dos alunos para que o conteúdo seja significativo e relevante para os alunos, motivando-os a aprender. O que nos direciona a entender essa relação entre conteúdo e vivência.

2.4 Conteúdo, vivência e significado

Nós estamos inseridos em um contexto que nos possibilita a criação de rotinas, nos depararmos com situações confortáveis ou não, nos informarmos, apreciarmos diferentes culturas dentre outras formas de interagirmos com o mundo. Essas interações com o mundo, nos propiciam vivências que moldam nossa personalidade, constroem nossos conhecimentos, nossa cultura e tantos outros conjuntos que nos formam e nos tornam únicos (IZQUIERDO, 2011).

Além disso, esses conhecimentos adquiridos pelas vivências podem ser utilizados como facilitadores para a aprendizagem de novos saberes quando eles se relacionam ou se aproximam com outras informações (BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2012; COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011), em particular, podemos utilizar as vivências dos alunos para facilitar a aprendizagem dos conteúdos matemáticos. Por exemplo, se questionarmos nossos alunos acerca de qual trajeto mais rápido para atravessar uma rua sem carros, dentre várias possibilidades de respostas, eles poderão chegar em um consenso de que seja um trajeto em linha reta.

A partir desse relato da vivência deles, podemos apresentar o conceito de reta perpendicular (referente ao trajeto em linha reta) ou apresentar uma propriedade geométrica para descrever que a menor distância entre duas retas paralelas é um segmento de reta perpendicular a ambas e, quiçá, contra-argumentar e/ou exemplificar mostrando uma faixa de pedestre.

Ao realizarmos essa relação entre vivências dos alunos com o conteúdo a ser ensinado, o conhecimento pode se tornar significativo para eles (COSENZA; GUERRA, 2011). O termo “significativo” é entendido por Cosenza e Guerra (2011, p. 48) como um conteúdo que possui “[...] relação com o que já é conhecido, que atenda a expectativa ou que seja estimulante ou agradável” ao aluno ou indivíduo. Além disso, Cosenza e Guerra (2011) expõem que, se o aluno



percebe o conteúdo como significativo, o professor conseguirá “capturar” a atenção dele para o que está sendo ensinado.

Desta forma, o conteúdo tendo significado³ para o aluno pode tanto capturar a atenção quanto promover alguma emoção que possa estimular ou agradar o aluno durante a aprendizagem. É importante ressaltarmos que a criação do significado e uma breve aproximação entre o conteúdo e a vivência do aluno são diferentes! Mesmo que ambas envolvam uma relação entre conteúdo e vivência, com significado o conteúdo “ganha” um porquê ser aprendido enquanto na aproximação não necessariamente há um motivo para aprendê-lo. Para ilustrar essa nossa ressalva, vamos recorrer a uma situação em que o professor ensine relações trigonométricas (seno, cosseno e tangente).

Nesta situação, se o professor apenas explicar que tais relações trigonométricas podem ser utilizadas para o cálculo de alturas de objetos e/ou inclinação da rampa de garagem, ele está aproximando o conteúdo para a realidade do aluno, deixando por conta do último uma (possível) reflexão de como o seno, o cosseno e/ou a tangente pode se relacionar com os cálculos necessários para construirmos uma rampa. Entretanto, se o professor demonstrar como pode ser calculado e/ou solicitar que os alunos calculem a altura da parede da sala ou de um prédio ao lado da escola ou do aro de basquete da quadra da escola pode construir um sentido, um significado para o aluno.

Além disso, ao ensinar com significado e/ou propor desafios ou atividades matemáticas com o cotidiano/a realidade dos alunos, pode tanto “capturar” a atenção quanto mobilizar o prazer em desenvolver tais desafios ou atividades. E, com isso, facilitar e potencializar a aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

2.5 O processo de conservação da aprendizagem

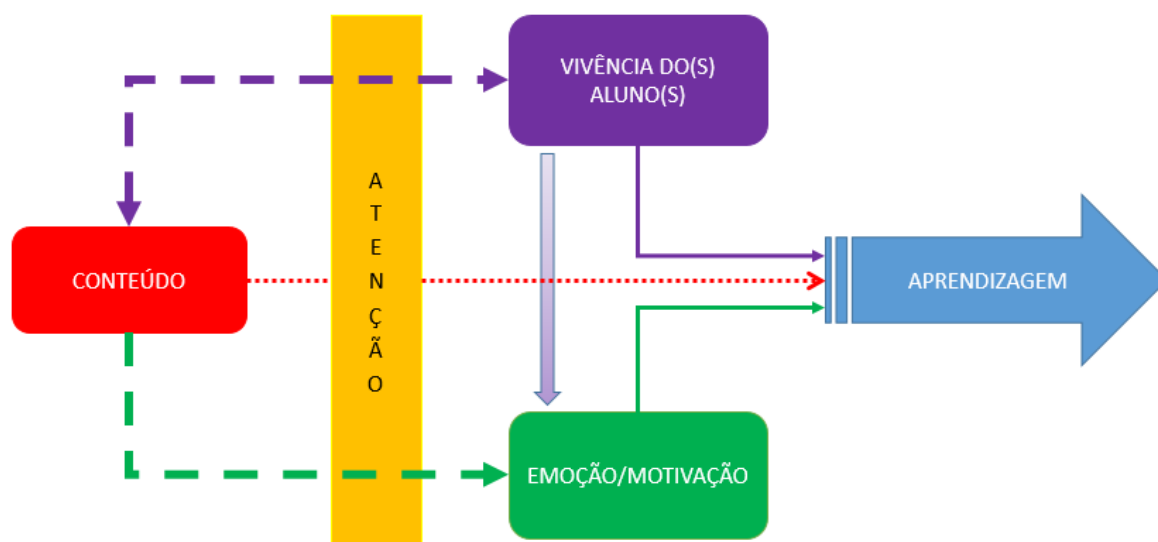
Durante o processo de aprendizagem, alguns autores (ALVAREZ; LEMOS, 2006; BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2012; CARVALHO, 2010; COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011; IZQUIERDO *et al.*, 2013; FONSECA, 2016; GOLEMAN, 2012) expõem estímulos que o professor pode utilizar para facilitar e potencializar a aprendizagem: emoções e significado. Aliás, esses dois estímulos podem influenciar a atenção, sendo essa o estopim para iniciarmos o processo de aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

3 Neste trabalho, utilizaremos o termo “significado” para nos referirmos, em alguns momentos, à relação entre o conteúdo escolar com a vivência dos alunos.



Sendo assim, para iniciarmos o processo de aprendizagem precisamos capturar a atenção dos alunos para aquilo que queremos que eles aprendam e, uma forma de realizar isso, é mobilizando emoções e relacionando o conteúdo com a vivência deles. Oliveira Júnior e Rosa (2020) elaboraram um esquema que sintetiza a relação envolvendo a atenção, o conteúdo, as vivências dos alunos, as emoções e a aprendizagem, conforme podemos observar na figura 1:

Figura 1 – Esquema da relação entre os elementos envolvidos para facilitar a aprendizagem, construído com base em nosso referencial teórico.



Fonte: Oliveira Júnior e Rosa (2020, p. 11).

Segundo os autores, o esquema da figura 1 representa a atenção como uma “barreira” que o conteúdo deve superar para ser aprendido e, para “auxiliá-lo”, as vivências e as emoções dos alunos são um dos meios que podem ser utilizado para ultrapassá-la (OLIVEIRA JÚNIOR; ROSA, 2020). Além disso, os autores (*ibidem*) ainda direcionam as vivências para as emoções, demonstrando que as primeiras podem influenciar na mobilização das segundas.

É importante salientarmos que as relações apresentadas no esquema de Oliveira Júnior e Rosa (2020) é uma forma de chamarmos a atenção dos alunos para aquilo que queremos ensinar e, ao realizarmos essas relações, podemos considerar que o processo de aprendizagem foi iniciado. Afinal, quando o professor utiliza e/ou contextualiza o conteúdo com a vivência do aluno, ele proporciona um outro olhar para a realidade/o cotidiano do aluno.

Essas duas ações do professor, utilizar uma vivência e relacioná-la com um conteúdo, podem ser entendidas como dois dos três processos para a conservação de informação(ões) descritos por Cosenza e Guerra (2011), sendo eles a repetição e a elaboração de informações respectivamente.

O processo de repetição de informações não deve ser entendido, estritamente, como uma repetição exaustiva de um conhecimento ou procedimento, mas sim como a reutilização ou a



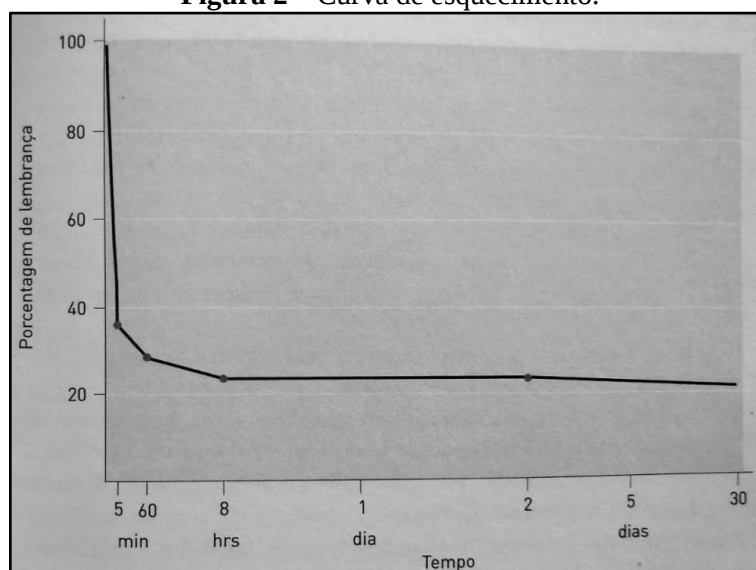
lembrança de informações já conhecidas (COSENZA; GUERRA, 2011). Para ilustrar, voltemos no exemplo que o professor (re)utiliza a vivência dos alunos referente a atravessar uma rua, assim: ele solicita que os alunos lembrem de uma rua, como atravessá-la e qual é o trajeto mais rápido para executar essa ação. Aliás, essa retomada de exemplos que realizamos nesta dissertação, também pode ser considerada como uma repetição de uma informação.

Já o processo de elaboração de informações é a criação de uma associação entre informações que estão sendo repetidas com outros contextos e/ou conhecimentos (COSENZA; GUERRA, 2011). Ao continuarmos no exemplo do professor (re)utilizando a vivência dos alunos referente a atravessar uma rua, posteriormente ao relato dos alunos e as possíveis respostas, ele pode apresentar a propriedade geométrica que se vincula com aquela situação, associando uma vivência com uma propriedade geométrica. Assim como nossas repetições de exemplos nesta dissertação que podem ser consideradas como uma associação de outras informações com esses exemplos.

Esse processo de repetição e elaboração é apresentado por Cosenza e Guerra (2011) como uma forma de prolongar a aprendizagem, isto é, deixá-la mais duradoura no cérebro. Essa proposta de tornar uma aprendizagem duradoura vem de encontro com um processo natural do nosso cérebro que é o esquecimento de informações. Informações que não são úteis ou que não são revistas (repetidas) com o decorrer do tempo, são esquecidas pelo nosso cérebro (COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011).

Para ilustrar, Cosenza e Guerra (2011, p. 59) apresentam a curva de esquecimento proposta por Ebbinghaus (1885) sobre lembranças de informações novas que não são reutilizadas, conforme apresenta a figura 2.

Figura 2 – Curva de esquecimento.



Fonte: Cosenza e Guerra (2011, p. 59).



A partir da figura 2, podemos observar que a tendência da informação não repetida é ser esquecida com o passar do tempo. Há métodos de aprendizagem que se baseiam nessa curva de esquecimento – a saber o *Space Memory System* (SRS) ou Sistema de Repetição Espaçado, em tradução livre – em que se revisa as informações em determinados períodos de tempo, mas não adentraremos nesse assunto por não se relacionar com o objetivo desta pesquisa.

Ao sabermos que uma informação é esquecida por não ser repetida, não implica que defendemos a repetição exaustiva de informações. Se um professor de Matemática utilizar várias listas de exercícios para que os alunos usem um procedimento matemático (repetição por repetição) e ele não reaproveitar esse conhecimento em outras situações após uma prova ou uma avaliação, este procedimento tenderá a ser esquecido quando começar o próximo conteúdo⁴.

Por isso, Cosenza e Guerra (2011, p. 62) sugerem que os professores criem “[...] oportunidades em que o mesmo assunto possa ser examinado mais de uma vez e em diferentes contextos” para elaborarem associações entre esses contextos. Este processo de elaboração é importante porque ele ajudará na permanência de uma informação, por possibilitar a construção de várias ligações/relações diferentes de uma mesma informação enquanto ela é repetida (COSENZA; GUERRA, 2011). É interessante pontuarmos que tais elaborações podem ou não possuir um significado, podemos exemplificar esse processo de elaboração com problemas envolvendo a fórmula da velocidade de um objeto em movimento retilíneo uniforme.

A partir da fórmula para determinar a velocidade média de um objeto em movimento retilíneo uniforme, $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, o professor pode questionar os alunos sobre a velocidade de um objeto (V) dado a variação do espaço (Δs) em determinada variação de tempo (Δt); ou ele pode estimular os alunos a encontrarem uma variação dessa fórmula questionando-os: qual o tempo (Δt) que um objeto demora para percorrer um determinado espaço (Δs) com uma determinada velocidade (V); ou qual o espaço deslocado por um objeto (Δs) em uma velocidade constante (V) e em uma variação de tempo (Δt).

Nestes exemplos, a fórmula da velocidade de um objeto em movimento retilíneo uniforme foi repetida algumas vezes com diferentes variações dela mesma e em contextos similares, o que influencia em elaborações entre todas essas variações, porém não houve uma relação com a vivência dos alunos o que acarretaria uma elaboração sem significado.

4 Outras reflexões acerca da repetição exaustiva podem ser feitas, mas essa não é a nossa ênfase neste trabalho.



Baseando-nos nessas mesmas perguntas, mas realizando uma possível relação com a realidade/o cotidiano dos alunos para construirmos um significado, poderemos questionar: Qual é a “sua velocidade”⁵ para chegar na escola?; se Usain Bolt, o jamaicano campeão olímpico, corre cerca de 45km/h na prova de 100m rasos, quanto tempo ele demora para chegar na linha de chegada?; ou qual seria a distância percorrida por Usain Bolt se ele, em sua velocidade máxima, 45km/h, corresse por 15s?

Aliás, se o professor elaborasse uma questão questionando os alunos sobre a previsibilidade do deslocamento de um carro em relação ao tempo, a partir de uma velocidade constante, ele poderia ter uma função $s(t) = V * t$, onde s é o espaço percorrido e t a variável referente ao tempo e o V é a constante que se refere a velocidade. A partir dessa função, seria possível construir um gráfico referente a ela ou explorar se existem valores negativos.

Nessas elaborações com algumas vivências dos alunos (a realização do trajeto para a escola e o Usain Bolt), as variações da fórmula da velocidade média podem ser consolidadas mais facilmente do que sem aquelas elaborações sem significado. Essa consolidação é o último processo de conservação de informações e pode ser entendido como as alterações biológicas que criam as sinapses, as ligações entre neurônios (BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2009; COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011), isto é, a aprendizagem “fisiologicamente”. É importante salientar que esse processo não ocorre instantaneamente, demora algum tempo para acontecer, e que necessita de repetições para essas ligações se perdurarem (COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011).

Sendo assim, segundo Cosenza e Guerra (2011), temos três processos necessários para que uma informação seja conservada no cérebro: a repetição (reutilização de uma informação), a associação⁶ (relações entre informações) e a consolidação (criação de sinapses). Além disso, devemos mobilizar emoções e relacionar o conteúdo com as vivências dos alunos para chamarmos a atenção dos alunos no intuito de facilitar o início do processo de aprendizagem dos conhecimentos (ALVAREZ; LEMOS, 2006; BARTOSZECK & BARTOSZECK, 2012; CARVALHO, 2010; COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011; IZQUIERDO *et al.*, 2013; FONSECA, 2016; GOLEMAN, 2012).

E, podemos realizar todos esses estímulos descritos anteriormente, utilizando as funções executivas.

5 A expressão *sua velocidade* está entre aspas para abranger as distintas formas dos alunos chegarem à escola: de carro, a pé, de ônibus ou uma combinação entre elas, dentre outras. Podemos até explicar o conceito de média, caso os alunos indaguem sobre realizarem determinados trechos com velocidades e/ou veículos diferentes.

6 Utilizaremos o termo associação em vez do termo elaboração, escolhido pelos autores Cosenza e Guerra (2011), pelo primeiro transmitir a ação do processo de elaboração de forma mais direta.



2.6 Funções executivas

As funções executivas também possuem diferentes definições, mas, de forma abrangente, podemos entendê-las como um conjunto de habilidades e capacidades que um indivíduo realiza para alcançar determinado objetivo, como: elaborar e executar metas, planejar ações, selecionar informações e se monitorar (ANDRADE *et. al.*, 2016; BARTOSZECK, 2006; CAPOVILLA; ASSET; COZZA, 2007; COSENZA; GUERRA, 2011; FONSECA, 2016; GOLÇALVES *et. al.*, 2017; HAMDAN; PEREIRA, 2009; MEDINA; MINETTO; GUIMARÃES, 2017; OLIVEIRA, 2014; UEHARA; CHARCHAT-FICHMAN; LANDEIRA-FERNANDEZ, 2013).

Segundo Gonçalves *et al* (2017, p.43), por essas funções executivas serem individuais e estarem associadas à capacidade para agir de forma adaptativa, as crianças com maior capacidade de autorregulação comportamental provavelmente utilizam esta habilidade durante seu processo de aprendizagem implicando diretamente em seu sucesso escolar.

Em contrapartida, Cosenza e Guerra (2011) apontam que alguns professores não estimulam o desenvolvimento das funções executivas, apenas a decoração e/ou memorização de procedimentos e habilidades, na esperança de que os próprios alunos desenvolvam capacidades de selecionar as informações, planejar e executar estratégias, além de controlar impulsos que não os ajudam na obtenção de um objetivo.

Ao pensarmos em uma situação com o ensino de Matemática, poderíamos considerar que o apontamento feito por Cosenza e Guerra (2011) seria o mesmo que alegar que alguns professores de Matemática ensinam fórmulas e métodos para a resolução de exercícios matemáticos, mas não estimulam os alunos a utilizarem essas fórmulas e métodos para resolver problemas.

Neste sentido, Bartoszeck (2006), Cosenza e Guerra (2011) e Fonseca (2016) sugerem que os professores utilizem estratégias, metodologias e/ou práticas de ensino que promovam o desenvolvimento das funções executivas nos alunos, isto é, formas de ensino que os estimulem a planejarem ações e metas, as executem e, se necessário, as modifiquem até alcançarem o objetivo proposto.

Dentre diversas formas de ensino de Matemática, Oliveira Júnior e Rosa (2020) afirmam que as funções executivas se aproximam explicitamente das ações de resolução de uma situação-problema de Modelagem Matemática, “[...] já que em ambas os alunos necessitam planejar procedimentos, julgar se são adequados ou necessários para a resolução da atividade [ou alcançar um objetivo]” (OLIVEIRA; ROSA, 2020, p. 22). Sendo assim, admitiremos que



utilizar a Modelagem Matemática pode estimular o desenvolvimento das funções executivas dos alunos.

Além disso, Oliveira Júnior e Rosa (2020) aproximam o processo de desenvolvimento da atividade de Modelagem com os outros estímulos apontados pelas pesquisas de Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem dos alunos, como o significado, a motivação/emoção positiva e o processo de conservação de informações descrito por Cosenza e Guerra (2011) (repetição, associação e consolidação).

A partir dessas aproximações com a Modelagem Matemática e desses estímulos expostos em trabalhos das Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem dos alunos, é que buscamos analisar possíveis relações entre Modelagem Matemática e Neurociências no processo de aprendizagem. Neste contexto, na próxima seção explanaremos sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática.



3 MODELAGEM MATEMÁTICA E SUAS CARACTERÍSTICAS

Nesta seção abordaremos concepções de Modelagem Matemática, como ela pode ser desenvolvida em sala de aula e fazemos um levantamento de características que são apontadas pelos principais autores.

3.1 Algumas concepções de Modelagem Matemática

Na década de 1960, começou um movimento “utilitarista” na Educação Matemática em que visava a Matemática como uma aplicação prática na realidade, o que possibilitou a formação de grupos de pesquisas sobre essa temática. Além disso, uma das formas de ensinar os conteúdos matemáticos que ganhava força com esse movimento foi a Modelagem Matemática (BIEMBEGUT, 2009). A Modelagem começou a ser consolidada na Educação Matemática no final de 1970 e início de 1980 por pesquisadores como Rodney Bassanezi, que é considerado um de seus precursores (*ibidem*).

A Modelagem Matemática, para Bassanezi, é “[...] a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (2011 p. 16). Essas soluções são dadas em um modelo matemático que, para o autor, é “um construto matemático abstrato, simplificado que representa uma parte da realidade com um objeto particular” (2011 p. 20).

Em consequência desse entendimento de Bassanezi, outros autores começaram a expandir reflexões sobre a Modelagem Matemática, um exemplo é Burak. Em sua tese, Burak compreende a Modelagem como “[...] 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” (1992 p. 62).

O autor afirma ainda que, com a Modelagem Matemática, os alunos possuem liberdade para fazer suas estratégias próprias, com sua maneira pessoal de pensar e associar as ideias e experiências diante de uma situação-problema, evidenciando suas potencialidades (BURAK, 1992 p. 314). Com isso, a resolução dessas situações-problemas não possui unicidade, o que pode acarretar num modelo matemático “mais” ou “menos” refinado (BURAK, 1992).

Burak expôs a noção de modelo matemático mais ou menos refinado porque, com mais variáveis relacionadas ao problema, se pode prever com maior exatidão a respeito de um objeto; o que é diferente de um modelo “certo” ou “errado” (BURAK, 1992 p. 314). É importante salientar que o autor concebia a obrigatoriedade na elaboração de um modelo matemático devido aos referenciais teóricos à época e, atualmente, sua concepção de desvincula



dessa obrigação, mas não exclui a possibilidade de construção de um (KLÜBER; BURAK, 2008).

Voltando a autores que expandiram a reflexão de Modelagem Matemática na Educação Matemática, temos Araújo. Essa autora analisou que, de forma geral, os autores de Modelagem a utilizam como uma forma de ensinar a Matemática por meio da resolução de problemas não-matemáticos e percebeu duas perspectivas de ensino com ela: o platonismo e o formalismo (ARAÚJO, 2002).

No platonismo, a Modelagem Matemática “[...] seria uma forma de descrever a realidade por meio da matemática” (ARAÚJO, 2002, p. 30); enquanto no formalismo ela “[...] consistiria em utilizar alguma teoria formal matemática já existente para resolver um problema da realidade, ou em construir uma teoria para tal, caso necessário” (ARAÚJO, 2002, p. 30-31). Neste sentido, com a noção de modelo matemático de Bassanezi, podemos interpretar que a Modelagem pode tanto proporcionar a construção de um modelo quanto a sua aplicação (platonismo e formalismo, respectivamente).

Contudo, Araújo reflete que “[...] Talvez, considerando os interesses dos alunos, ou até mesmo se eles propusessem a situação a ser estudada, outros aspectos apareceriam e as visões platônica e formalista da matemática poderiam não estar tão em destaque” (2002, p. 32). Uma perspectiva apontada pela autora é no caráter reflexivo entre a interrelação da Matemática com a realidade, questionando o poder formatador da Matemática – isto é, que a natureza pode ser descrita pela Matemática – e a ideologia da certeza – que a Matemática se apresenta como “o melhor” caminho, pois é uma resposta neutra, alheia das situações reais, de interesse político, social e ideológico – (ARAÚJO, 2002, p. 35-36).

Essa perspectiva descrita acima, direciona a autora a conceber a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica⁷, sendo assim, ela entende a Modelagem como

[...] uma abordagem, por meio da matemática, de um problema não-matemático da realidade, ou uma situação não-matemática da realidade, escolhida pelos alunos reunidos em grupos, de tal forma que as questões da Educação Matemática Crítica embasem o desenvolvimento do trabalho (ARAÚJO, 2002, p. 41).

Neste sentido, a situação ou o problema não-matemático da realidade é levantada pelos alunos, podendo ou não ser de interesse deles ou do grupo. Importante esse destaque proposto

⁷Segundo Araújo (2002), a Educação Matemática Crítica se preocupa com “[...] o papel da Educação na preparação para cidadania e participação na vida social e política, a matemática como um meio de identificar e analisar aspectos críticos da vida social, entre outros [...]” (p. 50) e essas preocupações devem embasar o desenvolvimento da atividade de Modelagem. Entretanto, não exploraremos essa perspectiva por não dialogar com o nosso objetivo.



por Araújo, pois permite maior protagonismo do aluno já que a situação a ser estudada tem início com eles.

Retornando às concepções de Modelagem, outros autores, além de Burak e Araújo, também propuseram reflexões da Modelagem Matemática na Educação Matemática o que proporcionou um crescimento nos trabalhos científicos sobre essa temática e uma multiplicidade de concepções sobre ela (ARAÚJO, 2002; MAGNUS, 2015). Alguns autores tentaram condensar essa multiplicidade de concepções de Modelagem e podemos citar como exemplo os trabalhos de Klüber e Burak (2008) e Carvalho e Nicot (2019).

Klüber e Burak (2008) consideraram quatro autores que tinham pesquisas e questões que eram significativas e representavam a área da Modelagem – a saber: Burak, Barbosa, Biembegut e Caldeira –. Já Carvalho e Nicot (2019) expuseram algumas concepções que são citadas, utilizadas e apresentadas com maior frequência em pesquisas e trabalhos científicos em eventos com ênfase em Modelagem⁸, mais especificamente, na X Conferência Nacional de Modelagem na Educação Matemática (CNMEM) ocorrida em 2017.

No trabalho de Carvalho e Nicot (2019), os autores evidenciaram uma predominância nas concepções de Modelagem Matemática entendidas como “alternativa pedagógica” e “ambiente de aprendizagem”. O entendimento da Modelagem como ambiente de aprendizagem é atribuído a Barbosa no seu trabalho intitulado “Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico” publicado em 2001; enquanto o entendimento como alternativa pedagógica é notado no trabalho de Almeida e Dias (2004) intitulado “Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem”.

Entretanto, é no trabalho de Almeida e Brito (2005) intitulado de “Atividades de Modelagem Matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir?”, que a concepção de Modelagem entendida como “alternativa pedagógica” foi melhor explorada.

Em Almeida e Dias (2004), a Modelagem é exposta como uma possível alternativa pedagógica, sendo a ênfase desse trabalho a categorização das atividades de Modelagem Matemática em momentos de desenvolvimento que são citados para se referenciar ao “tipo” de atividade que foi realizado. Essa categorização integra uma composição de trabalhos que compreendem a Modelagem como alternativa pedagógica e que nos aprofundaremos nessa categorização na seção posterior.

Sendo assim, utilizaremos o trabalho de Almeida e Brito (2005) para debatermos sobre

8 Podemos citar alguns desses eventos: Conferência Nacional de Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM) e Encontro Paraense de Modelagem Matemática (EPAMM).



a concepção de alternativa pedagógica da Modelagem enquanto utilizaremos Almeida e Dias (2004) para compreendermos como as atividades dessa concepção podem ser desenvolvidas. Aliás, é importante salientarmos que ambos os trabalhos são produções que se integram para a compressão dessa concepção de Modelagem.

A par destas informações, restringiremos os debates sobre as concepções de Modelagem Matemática as duas concepções mais recorrentes nos trabalhos e pesquisas da área, segundo Carvalho e Nicot (2019), que são: alternativa pedagógica (ALMEIDA; BRITO, 2005) e ambiente de aprendizagem (BARBOSA, 2001).

Para Almeida e Brito (2005), a Modelagem Matemática é uma alternativa pedagógica que utiliza a Matemática para resolver problemas não-essencialmente matemáticos. Já para Barbosa (2001), a Modelagem é um ambiente de aprendizagem que convida os alunos a resolverem problemas de outras áreas da realidade utilizando a Matemática.

Notamos que ambos os autores afirmam que essa forma de ensinar a Matemática – com a resolução de problemas extramatemáticos⁹ – é uma outra possibilidade de promover a aprendizagem dos conteúdos matemáticos. Além disso, eles justificam a utilização de problemas extramatemáticos com o intuito de interessar e motivar os alunos a resolverem tais problemas, além de estimulá-los a tornarem-se críticos e reflexivos (BARBOSA, 2001; ALMEIDA; BRITO, 2005), assim como Araújo e Burak que descrevemos anteriormente.

Contudo, apenas Barbosa expõe a possibilidade do aluno não se interessar pela atividade proposta e assim não a realizar, por isso, ele afirma ser um convite (2001).

Neste sentido, percebemos que tanto Almeida e Brito quanto Barbosa são próximos na concepção, mas distantes no processo de desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática. Este distanciamento é mais evidente quando analisamos o objetivo a ser alcançado ao utilizar a Modelagem em sala de aula por esses autores, tais objetivos são entendidos por Kaiser e Sriraman como perspectivas.

Segundo os autores Kaiser e Sriraman (2006, p. 304) é possível sintetizar as atividades de Modelagem Matemática em seis perspectivas:

- 1) perspectiva realística: em que o objetivo é resolver problemas do mundo real;
- 2) perspectiva contextual: em que possui objetivos psicológicos e relacionados ao sujeito;
- 3) perspectiva educacional: na qual possui um objetivo pedagógico e que pode ser

⁹ O prefixo *extra* foi empregado com o sentido de *fora* ou *além de* e o termo *matemático(a)* que se refere a Matemática ou ao conhecimento matemático. Logo, utilizaremos a expressão *extramatemático(a)* para nos referir a algo fora ou além da Matemática ou dos conhecimentos matemáticos.



subdividido em:

- a) Didática: que se preocupa com estruturação do processo de aprendizagem;
- b) Conceitual: que busca iniciar um conceito e desenvolvê-lo;
- 4) perspectiva sócio-crítica: tem como objetivo compreender o mundo por meio da criticidade em torno do tema;
- 5) perspectiva epistemológica: que possui objetivos orientados pela teoria;
- 6) (meta-)perspectiva cognitiva: em que se têm dois objetivos:
 - a) pesquisa: para analisar os processos cognitivos durante as atividades de Modelagem;
 - b) psicológicos: em que se investiga processos de pensamentos usando modelos como imagens mentais ou físicas, enfatizando a Modelagem como um processo mental, abstração ou generalização.

Neste sentido, ao escolher trabalhar com Modelagem Matemática o professor possui um objetivo e este pode ser classificado em uma perspectiva: se for resolver um problema, podemos classificar na perspectiva realística; se for para debater sobre determinado tema, na perspectiva sócio-crítica... Contudo, o professor não necessariamente precisa classificar o desenvolvimento de Modelagem em uma perspectiva, mas se pode percebê-la a partir de uma. Além disso, devido à atividade de Modelagem poder sofrer alterações durante o seu desenvolvimento, ela adquirir mais de uma perspectiva (ROSA, 2013).

Para ilustrar, suponhamos que um professor constrói uma atividade de Modelagem Matemática com o objetivo central de ensinar determinado conteúdo curricular de Matemática (podemos classificar como uma perspectiva educacional), mas ao iniciar o desenvolvimento dessa atividade podem surgir debates acerca do tema e suas implicações na sociedade que direcionam a ênfase da atividade as discussões e implicações do tema na sociedade (o que acarreta na possibilidade de categorizarmos como uma perspectiva sócio-crítica) ao invés do conteúdo matemático a ser ensinado (ROSA, 2013).

Essa mudança de ênfase da atividade em determinado processo do desenvolvimento da Modelagem Matemática nos direciona a compreender como tais atividades são desenvolvidas, o que debateremos na seção a seguir.

3.2 Processo de desenvolvimento da Modelagem Matemática

Antes de iniciarmos a descrição do processo de desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática, salientamos que entendemos tal processo de desenvolvimento também como processo de resolução dela. Além disso, ressaltamos que direcionaremos a



descrição desses processos apenas nas concepções que possuem uma predominância nos trabalhos de Modelagem, segundo Carvalho e Nicot (2019) – ou seja, nas concepções alternativa pedagógica e ambiente de aprendizagem –.

Para Almeida e Brito, o conjunto de ações desenvolvidas pelos alunos é/pode ser: “experimentação, seleção de variáveis, formulação de hipóteses, simplificações, resolução de problemas e validação do modelo vinculado ao contexto de uma situação não essencialmente matemática” (2005, p. 489).

A ação de “experimentar” está relacionada à compreensão e inteiração do tema e do problema proposto. Em seguida, podem ser executadas as ações “seleção de variáveis, formulação de hipóteses, simplificação e resolução de problemas” com o intuito de constituir um modelo matemático – que pode ser cartazes, gráficos, fórmulas entre outros –. Para então, “validar o modelo”, isto é, verificar se está condizente com o problema proposto.

Já para Barbosa, as atividades de Modelagem são realizadas por indagações durante o processo de investigação, ou seja, a resolução “É a busca, seleção, organização e manipulação de informações” (2001 p. 7). Neste sentido, o autor argumenta que tais atividades não possuem procedimentos conhecidos previamente e que se os alunos não avançarem nos conhecimentos das informações sobre as atividades, não conseguem indagar [e assim, avançar no desenvolvimento das atividades] e vice-versa (*ibidem*).

Mesmo desconhecendo os procedimentos que os alunos podem realizar ao desenvolver uma determinada atividade com a concepção de Barbosa, podemos segmentar em três processos: compreensão do problema, em que os alunos debatem acerca do tema e do problema; construção de uma resposta, onde os alunos realizam procedimentos que acharem necessários para a resolução do problema e; validação/análise da resposta, confrontar se a resposta encontrada condiz com o problema proposto.

É importante salientar que o processo de “validação da resposta” está de acordo com a concepção de Barbosa, já que para esse autor, “[...] eles [os alunos] podem desenvolver encaminhamentos que não passem pela construção de um modelo matemático” (2001, p. 6), mas não implica em não alcançarem uma resposta para o problema proposto. Diferente de Almeida e Brito (2005) que afirmam que os alunos necessitam encontrar ou aplicar um modelo matemático para solucionar o problema.

Neste sentido, admitiremos que a Modelagem Matemática pode ser desenvolvida em três processos: *compreensão*, processo onde os alunos debatem, entendem e investigam sobre o tema e o problema; *construção*, processo aberto que realizam diversos procedimentos que para solucionarem o problema proposto e; *validação*, processo de análise entre a resposta



encontrada com o problema.

Além disso, existem diferentes possibilidades de encaminhamentos das atividades de Modelagem Matemática. Por exemplo, Barbosa observa três casos de possibilidades: no caso 1, o professor elabora a situação-problema, a simplifica e fornece os dados quantitativos e/ou qualitativos necessários para que os alunos a resolvam; no caso 2, o professor apenas elabora a situação-problema, cabendo aos alunos o levantamento das informações necessárias para a resolução e; no caso 3, os alunos realizam todos os procedimentos (BARBOSA, 2001).

Barbosa ainda explicita que o professor está presente em todo o processo de resolução das atividades auxiliando os alunos e afirma ainda que tais casos não devem ser estanques e que se configuram como regiões de possibilidades (2001). Diferente dessa classificação observada por Barbosa, os autores Almeida e Dias classificam as atividades de Modelagem em três momentos sequenciais diferentes.

No 1º momento, o professor leva uma situação com os dados simplificados e formula um problema dessa situação, isto é, leva uma situação-problema com as informações necessárias para a sua realização. Nesta atividade, o professor junto com os alunos realiza “[...] a formulação de hipóteses e a investigação do problema, que resulta na dedução do modelo” ou na aplicação de um modelo já estudado (ALMEIDA; DIAS, 2004, p. 7); já no 2º momento, a situação-problema é levada pelo professor e o resto do processo cabe apenas aos alunos desenvolverem (*ibidem*); no 3º momento, os alunos realizam todas as etapas do processo (*ibidem*).

Assim como Barbosa, os autores Almeida e Dias salientam que o professor está presente em todas as etapas, auxiliando os alunos durante o desenvolvimento. Observamos uma certa proximidade nos encaminhamentos das atividades de Modelagem, contudo, a diferença é que um defende que as atividades sejam sequencias, para que os alunos se familiarizem com essa forma de ensino (ALMEIDA; DIAS, 2004) enquanto o outro não existe a rigidez de seguir as categorias observadas tampouco os procedimentos levantados (BARBOSA, 2001).

Sendo assim, apenas com a descrição das etapas de desenvolvimento dessas duas concepções de Modelagem Matemática, tanto a de ambiente de aprendizagem quanto a alternativa pedagógica, demonstram uma gama de possibilidades de encaminhamentos em sala de aula. Entretanto, o processo de resolução observado por nós se mantém (compreensão, construção e validação) mesmo com essa diversidade de possibilidades.

Essa diversidade de encaminhamentos da Modelagem Matemática, nos direciona a refletir como é entendida a aprendizagem dos alunos nessas atividades de Modelagem.



3.3 Modelagem Matemática e as contribuições para o processo de aprendizagem

Em geral, se tem como premissa que a aprendizagem dos alunos ocorre durante o processo de resolução das atividades de Modelagem Matemática propostas a eles. Tortola e Almeida (2013) sinalizam uma aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos abordados pelas atividades de Modelagem (*ibidem*, p. 639).

Essa afirmação se baseia na observação de Tortola e Almeida (2013) em uma certa relação entre o desenvolvimento das atividades de Modelagem e o bom desempenho em uma prova elaborada a partir de questões da Prova Brasil. Entretanto, os autores (2013) salientam que não podem atribuir diretamente esse desempenho bom na prova exclusivamente à Modelagem Matemática, já que os alunos tiveram outras influências fora do projeto desenvolvido por eles (como a professora da sala). Mesmo assim, os autores concluem que a Modelagem pode propiciar a aprendizagem.

Além disso, mesmo com a diversidade de encaminhamentos, concepções e perspectivas do uso da Modelagem Matemática em sala de aula, é consenso entre os autores que a defendem algumas contribuições para a aprendizagem. Inicialmente, por exemplo, podemos perceber que os autores utilizam a relação entre problemas de outras áreas do conhecimento/realidade e a Matemática para interessar e/ou motivar o aluno durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem (ALMEIDA; BRITO, 2005; ALMEIDA; DIAS, 2004; ARAÚJO, 2002; BARBOSA, 2001; BURAK, 1992).

E, a partir desse desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, Burak (1992) afirma que a Modelagem transpõe delimitações de memorização e operação procedimentos, pois ela propicia ao professor o promover de atividades que estimulem ações dos alunos como: envolvimento dos grupos na obtenção dos dados e; reflexões, tomada de decisões, argumentações e diversidade de resoluções dos alunos durante o desenvolvimento da atividade (BURAK, 1992).

Essas estimulações proporcionadas pela Modelagem apontadas por Burak, também podem ser observadas por outros autores. Por exemplo, para Barbosa (2001), as atividades de Modelagem podem estimular a reflexão e criticidade por parte dos alunos e com o auxílio do professor; estimular a autonomia, já que os procedimentos a serem realizados dependem dos caminhos percorridos pelos alunos e sua possibilidade de objeção na realização da atividade; a investigação e a relação com outras áreas do conhecimento; o interesse do aluno na atividade para, assim, realizá-la e; por consequência da autonomia, a criatividade no processo de resolução.



As autoras Almeida e Dias (2004) também destacam algumas contribuições para aprendizagem da Modelagem no processo de desenvolvimento, como: a atividade cooperativa; a criticidade; a autonomia; a criatividade; o significado; a argumentação; a aprendizagem dos conteúdos matemáticos e; a relação da realidade com os conteúdos do currículo. Já no trabalho de Almeida e Brito (2005) podemos destacar: o envolvimento dos alunos com a atividade; o estabelecer de relações que podem ajudar a atribuir sentidos e significados ao conteúdo matemático e; o favorecimento das relações entre a Matemática e a vida dos alunos¹⁰.

A autora Araújo não evidencia, como os demais autores, as contribuições para aprendizagem que a Modelagem Matemática pode proporcionar aos alunos durante o desenvolvimento da atividade. Entretanto, analisando o desenvolvimento da atividade de Modelagem descrito pela autora (2002, p. 102-131), podemos retirar as seguintes contribuições: autonomia; criatividade; criticidade; debates; interação; reflexão; persistência na resolução do problema; significado; autoconfiança; liderança/protagonismo e; controle emocional.

Essas contribuições à aprendizagem, propiciadas pela Modelagem e apontadas pelos autores citados, podem ser entendidas como *características das atividades de Modelagem Matemática*, isto é, qualidades e particularidades que descrevem as atividades de Modelagem. Podemos entender como características da Modelagem, como abreviaremos, porque existe uma convergência de contribuições para a aprendizagem do aluno que são propiciadas durante o desenvolver da atividade de Modelagem Matemática. E, para facilitar a visualização de tais características observadas, as sintetizamos no quadro 1.

Quadro 1 – Características das atividades de Modelagem Matemática segundo os autores analisados.

CARACTERÍSTICAS	EXPLANAÇÃO	TRABALHO(S)
Relação com outras áreas do conhecimento	Resolver situações extramatemáticas com matemática	Burak; Barbosa; Araújo; Almeida e Dias e; Almeida e Brito
Interesse/motivação	Atrair pelo/gostar do tema debatido	Burak; Barbosa; Araújo; Almeida e Dias e; Almeida e Brito
Interação/envolvimento	Interação entre aluno-aluno e professor-aluno sobre o tema e o conteúdo matemático	Burak; Araújo; Almeida e Brito
Diversidade de encaminhamentos	Várias formas de solucionar a mesma situação-problema	Burak; Barbosa

10 Salientamos que neste trabalho, Almeida e Brito queriam analisar os significados atribuídos pelos alunos na atividade de Modelagem, por isso, as características elencadas permeiam a relação entre os conteúdos matemáticos e a realidade.



Mudança na Postura do Aluno	Maior participação dos alunos durante a atividade, promovendo algumas ações como: criticidade, criatividade entre outros.	Burak; Barbosa; Araújo; Almeida e Dias e; Almeida e Brito
Não-memorização	A aprendizagem não se detém a “repetição” de procedimentos	Burak
Desafiante	Desconhecimento de processos, o que estimula positivamente a resolução por ser um problema a ser superado	Araújo
Liderança	Um ou mais alunos adquirem um papel de destaque nas decisões do grupo	Araújo
Controle emocional	Saber controlar as emoções em momentos de tensões	Araújo

Fonte: Autor (2020).

Neste contexto, nas subseções posteriores explanaremos e exemplificamos com trabalhos de integrantes do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFPEM) essas características da Modelagem Matemática:

3.3.1 Relação com outras áreas do conhecimento

Essa característica pode ser considerada como o início (como percebe-se pelas concepções) da atividade de Modelagem Matemática, pois é de outra área do conhecimento que retiramos ou construímos um determinado problema e o resolvemos com a Matemática. Em geral, tem-se que o aluno pode perceber a Matemática como parte integrante de outras áreas da realidade ou até mesmo a realidade.

Para exemplificarmos, podemos utilizar os trabalhos de Souza e Rosa (2017), Oliveira Júnior, Arcamendia e Rosa (2017a).

Em Souza e Rosa (2017, p.5), as pesquisadoras elencaram a dengue como tema de debate e os alunos as questionaram se tratava de aula de Ciências e não de Matemática e até argumentaram que não fariam a atividade por não possuir números envolvidos. Contudo, durante o debate do tema, o interesse dos alunos aumentou e eles começaram a desenvolver a atividade, até propuseram uma situação-problema que não estava no objetivo da aula: “quantos alunos da escola já tiveram dengue?”, conforme descrevem as autoras.

Já em Oliveira Júnior, Arcamendia e Rosa (2017a), os pesquisadores iniciaram um debate sobre o sedentarismo para os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e eles, os alunos, relacionaram o tema com as aulas de Educação Física, o que permitiu os autores questionarem os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto. Ao final das discussões, a situação-problema criada foi analisar a taxa de sedentarismo na escola.



Como descrevemos anteriormente, os autores Burak (1992), Barbosa (2001), Almeida e Dias (2004) e Almeida e Brito (2005) afirmam que esta característica da Modelagem Matemática, de relacionar a Matemática com outras áreas do conhecimento pode interessar e/ou motivar os alunos a resolverem a atividade proposta.

3.3.2 Interesse e/ou motivação

Existe alternância sobre o papel dessa contribuição na aprendizagem: alguns afirmam que a atividade pode interessar ou motivar os alunos a realizar a atividade porque ela pode partir do interesse deles (ARAÚJO, 2002; ALMEIDA; DIAS, 2004) outros porque ela parte de uma situação real ou de outra área do conhecimento que interessa os alunos e assim os motivam a resolver (BURAK, 1992; BARBOSA, 2001; ALMEIDA; BRITO, 2005). Para elucidar essa contribuição utilizaremos os trabalhos de Oliveira Júnior, Arcamendia e Rosa (2017a), Silva, Silva e Rosa (2017), Souza, Matos e Rosa (2019) e Souza e Rosa (2017).

Como descrevemos anteriormente, Souza e Rosa (2017) relatam que o tema não motivou os alunos inicialmente porque eles queriam atividades de números e não de outras áreas do conhecimento, mas com os debates acerca do tema, eles começaram a se interessar e propuseram uma situação-problema aos pesquisadores.

Já Oliveira Júnior, Arcamendia e Rosa (2017a) expõem as opiniões dos alunos sobre as aulas com a Modelagem que destacam a aula como interessante, diferente e divertida porque conseguiram aprender mais sobre o sedentarismo. Neste caso, a situação-problema foi construída pelos pesquisadores e os alunos tiveram interesse a partir do tema proposto pelos autores.

Em Souza, Matos e Rosa (2019) afirmam que uma parcela significativa dos alunos observados se dispersava nas aulas de Matemática devido o jogo *online* chamado *Free Fire*. Neste sentido, os pesquisadores criaram uma atividade de Modelagem Matemática com esse tema, já que o jogo era de interesse de uma parte da turma.

Há também a situação-problema que inicia do aluno e subentende-se que ele possui o interesse em investigar sobre aquele tema, como sugerem Almeida e Dias (2004) no momento três e Araújo (2002). Silva, Silva e Rosa (2017) relatam uma atividade do momento três em que os alunos foram solicitados a elaborar uma situação-problema a partir do interesse deles. As autoras relatam uma evolução na situação-problema proposta por um grupo que iniciou com a questão “Qual o gasto de um universitário para se deslocar do centro da cidade até a Universidade?”. Chegando à resposta, o grupo optou por comparar os gastos de quem tinha o benefício da passagem estudantil com quem não tinha e, em seguida, adicionaram o valor gasto



com o carro de um universitário. A partir desse desenvolvimento dos alunos, as autoras afirmam esse grupo de alunos, estava mais interessado neste momento (3) da Modelagem Matemática do que quando comparados aos outros dois momentos (SILVA; SILVA; ROSA, 2017).

Sendo assim, percebemos que os alunos podem se sentir interessados em desenvolver a atividade de Modelagem Matemática, seja pelo tema ou pela resolução/encaminhamento da atividade.

3.3.3 Interação/envolvimento

A interação ou envolvimento entre alunos e entre eles com o professor é bastante relatada pelos pesquisadores em Modelagem. Burak, por exemplo, destaca essa interação com o grupo sendo um ponto importante para a atividade de Modelagem (BURAK, 1992). Não sabemos o porquê a Modelagem Matemática é desenvolvida preferencialmente em grupos de alunos, mas podemos supor que seja devido ao desenvolvimento/crescimento cooperativo entre os participantes, como pode ser percebido em Araújo (2002).

Alguns trabalhos do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFEPEM) expõem que a turma foi dividida em grupos, mas não justificam o porquê e nem detalham debates presentes nos grupos e sim debates ocorridos entre professor-aluno ou entre os alunos de grupos diferentes (SOUZA; ROSA, 2016; 2017; 2018). Contudo, em Souza, Tomascheski e Rosa (2018) descrevem algumas interações entre um grupo de três acadêmicas de Pedagogia debatem sobre como encontrar a altura da caixa d'água da UFMS de Ponta Porã/MS. Nesse debate, uma das integrantes afirma que será difícil “medir” a caixa por ela ter o formato cilíndrico, em seguida, outra integrante sugere que seja passado um barbante em volta da caixa d'água e, medindo o tamanho do barbante, tem-se o comprimento do círculo (SOUZA; TOMASCHESKI; ROSA, 2018).

Já em Ovando Neto e Rosa (2018), um grupo de três acadêmicos do curso de Matemática Licenciatura debate sobre procedimentos para descobrirem em quanto tempo leva para assorear o Lago do Amor¹¹. Durante a solução, cada acadêmico adiciona uma informação que os demais debatem e argumentam se consideram ou não, além de explicar procedimentos e informações quando um dos integrantes não entendia (*ibidem*).

Em ambos os casos, percebemos duas formas de interações entre os envolvidos na atividade: uma *microinteração* de aprendizagem, isto é, os alunos do grupo debatem entre si e podem auxiliar ou motivar o outro a aprender e; uma *macrointeração* de aprendizagem, ou seja,

11 Lago do Amor é um lago artificial localizado na UFMS de Campo Grande/MS.



quando a troca de informações, debates e auxílios acontecem entre diferentes grupos de alunos ou entre grupos e o professor. Geralmente, os trabalhos são relatados em uma observação de macrointerações.

3.3.4 Diversidade de encaminhamentos

Esta característica é apontada em diversos trabalhos de Modelagem com o intuito de reforçar que não existe apenas uma forma de resolver determinada situação-problema, além de valorizar os caminhos traçados pelos alunos para a sua resolução. Conseguimos elucidar ela, a diversidade de encaminhamentos, citando os trabalhos de Oliveira Júnior *et. al* (2015) e Souza e Rosa (2016).

Em Oliveira Júnior *et. al* (2015), os pesquisadores dividiram os professores em grupos e desenvolveram algumas atividades. Dentre elas, eles solicitaram aos professores que cada grupo desenhasse um integrante em alguma escala e foram disponibilizados alguns instrumentos, como régua e barbante, porém alguns professores utilizavam outros métodos para obter os dados, como o fio de cabelo de uma integrante.

Durante a coleta de dados pelos professores tiveram grupos que coletaram todas as medidas do corpo antes de fazerem os desenhos; outros que coletavam e desenhavam; além de cada grupo desenhar o integrante de uma forma, seja detalhando as partes do corpo com medidas dos olhos, da boca e das orelhas ou seja desenhando cada parte do corpo como figuras geométricas (OLIVEIRA JÚNIOR *et. al*, 2015).

Já em Souza e Rosa (2016) a atividade tinha como situação-problema analisar se uma sala de aula do quarto ano do Ensino Fundamental dispunha de um espaço de 1 m^2 para cada aluno. Ao explicar o conceito de área, metro quadrado e confeccionar um “tapete” com área de 1 m^2 , os alunos começaram a resolver a situação-problema: um dos grupos resolveu contando quantos “tapetes” cabiam na sala; teve outro grupo que encontrou a medida do comprimento das paredes e as multiplicou; outro contaram os azulejos entre outras formas. Ao final, as autoras observaram havia respostas diferentes devido alguns grupos não terem utilizado as casas decimais das medidas, o que possibilitou intervenções e reflexões (SOUZA; ROSA, 2016).

Sendo assim, a Modelagem Matemática não exclui o processo de resolução do aluno, o considera e pode aprimorá-lo dependendo da abordagem do professor. Parafraseando Burak (1992), podemos afirmar que não existe modelo certo ou errado, mas sim mais ou menos refinado.

3.3.5 Mudança de postura dos alunos



Esta característica é, na íntegra, um conjunto de mudanças de posturas dos alunos que é propiciada por atividades de Modelagem Matemática e que pode ser melhor explorado em trabalhos posteriores. Geralmente, é possível destacar essa mudança em diversos trabalhos, contudo, para não nos alongarmos neste tópico enunciaremos cada uma delas e, ao final, destacamentos brevemente um exemplo de um artigo.

- 1 **Autonomia:** é a “liberdade” de escolher seus próprios caminhos de resolução, escolher quais informações são relevantes ou não, isto é, possui o poder de escolha e decisão do processo de resolução da atividade, com o mínimo de interferência do professor. Podemos elucidar com a diversidade de encaminhamentos que descrevemos na seção anterior e analisar a liberdade de escolha de resolução no trabalho de Souza e Rosa (2016) em que cada grupo de alunos optou por uma maneira diferente de resolução;
- 2 **Criatividade:** pode ser entendida como procedimentos ou argumentações (“inovadores” ou não) que podem ser realizados/relacionados para a resolução de uma situação-problema. Oliveira Júnior, Arcamendia e Rosa (2017b) evidenciam isso ao descreverem uma atividade em que o professor de Matemática da turma estava pensando em encontrar a altura da caixa d’água da escola por trigonometria enquanto um aluno questionou se poderiam contar os “blocos de concreto” que formam a caixa d’água e multiplicar pelo tamanho de apenas um;
- 3 **(Auto)Confiança:** devido as atividades de Modelagem dependerem dos procedimentos dos alunos, pode acarretar uma insegurança deles se aquele procedimento está correto ou não, neste sentido, o aluno recorre ao professor para saber se pode ou não realizar tal procedimento. Nos trabalhos analisados, o professor incentiva o aluno a ter confiança no procedimento pensado por ele, geralmente quando é um procedimento “criativo”. Por exemplo, em Souza e Rosa (2018), os alunos tinham que encontrar a altura de objetos utilizando cálculos trigonométricos – tangente –, para isso tinham que encontrar o valor de um ângulo e de um dos catetos do triângulo retângulo. Um grupo de alunos perguntou às pesquisadoras se poderiam encontrar o valor de um dos lados do cateto calculando a quantidade de “pés” que tinha do ponto de observação até a altura do objeto e elas o encorajaram a realizar o procedimento que julgasse necessário para encontrar os dados necessários;
- 4 **Críticidade:** é a capacidade de julgar se tal procedimento pode auxiliar ou não na obtenção de um modelo e/ou se aquela resposta condiz com o problema e/ou sobre



as consequências daquelas informações obtidas. Em Oliveira Júnior, Arcamendia e Rosa (2017a), os alunos coletaram dados sobre os frequentadores da escola – alunos, professores e servidores – para analisarem a taxa de obesidade da instituição, contudo, os alunos perceberam que não existia um padrão na coleta de dados (o mesmo número de pessoas entrevistadas por cada grupo), o que implica que o modelo (gráfico de pessoas sedentárias) obtido não condiz com a realidade;

- 5 **Argumentação:** é a apresentação de ideias, discussões e trocas de informações durante o debate acerca do tema ou coesão dos processos de resolução da atividade de Modelagem. Para elucidar, temos o trabalho de Ovando Neto e Rosa (2018) que expõe a argumentação de dois grupos de acadêmicos que, sem a realização de cálculos, argumentam sobre o porquê o UBER é melhor que o táxi em relação a preço, assim como, apresentaram argumentos que o UBER se sobressai ao táxi em relação a qualidade de atendimento;
- 6 **Reflexão:** é o pensar sobre o tema e/ou papel da Matemática na sociedade ou no ambiente social, que permeiam o dia a dia dos alunos, durante o debate do tema, resolução da atividade e na sua finalização. Essa reflexão não necessariamente faz os alunos mudarem de opinião, mas pode conscientizá-los sobre determinada situação que antes tinham como base o conhecimento de senso comum ou de pouca credibilidade. O trabalho de Souza e Rosa (2017) ilustra bem essa descrição ao apontar que os alunos não gostaram muito do tema dengue ser tratada nas aulas de Matemática por “ser” um assunto de Ciências, contudo, ao longo da atividade, os alunos se envolveram e quiseram divulgar os resultados encontrados para conscientizar as demais turmas sobre a importância de combater a dengue;
- 7 **Ativo:** com todas essas seis (“sub”)características, é comum que autores concluam que os alunos tornam-se ativos no processo de aprendizagem em oposição a noção de passividade – que apenas “recebem” o conhecimento –. Os trabalhos supracitados nos demais exemplos concluem ou expõem o que descrevemos aqui.

Sendo assim, devido essas sete características estimulares os alunos de tal forma que eles adquiram mais protagonismo em seu processo de desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática e em seu processo de aprendizagem, é que condensamos que essas sete características em uma maior e a denominamos de *mudança de postura*.



3.3.6 Demais características

As características *não-memorização*, *desafiante*, *liderança* e *controle emocional* apenas anunciaremos e descreveremos, mas não vamos exemplificar por serem observadas em apenas um trabalho, além disso, algumas delas não possuem ênfase ou não são detalhadas em outros trabalhos.

A *não-memorização* exposta por Burak se baseia na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel em que o autor, Burak (1992), descreve que devido a Modelagem ter a característica da diversidade de encaminhamentos de resolução de problemas é possível abordar diversos conteúdos de forma a não memoriza-los em uma determinada fórmula ou solução.

Quando Araújo (2002) descreve que a atividade de Modelagem Matemática é *desafiante* significa que ela, a atividade, é motivadora por não possuir um procedimento e/ou uma resposta “a vista” ou “fácil”, havendo a necessidade de pensar e planejar os próximos passos.

Além disso a postura de *liderança* em um grupo são aqueles alunos que incentivam os demais integrantes, criam espaços de exposição de ideias, estimulam a confiança dos outros e que confirmam quais são os passos que o grupo seguirá. Essa presença de um *líder* no grupo pode ser tanto positiva – por incentivar os demais integrantes a terem confiança em expor suas ideias – quanto negativa – mesmo incentivando a participação dos demais integrantes, as vezes as sugestões líderes são mais seguidas e/ou “ofuscam” a opinião dos outros –, como aponta Araújo (2002).

Ainda é possível notar em Araújo (2002) a característica de *controle emocional*, em que os alunos têm que lidar com emoções causadas por frustrações ou outras situações advindas do processo de resolução. O “ar de indignação” descrito em Araújo (2002, p.115) foi observado em uma situação matemática em que uma aluna expôs seu posicionamento, porém não teve argumentos suficientes para provar seu ponto para a pesquisadora e, posteriormente, o posicionamento da aluna mostrou-se correto e ela olhou para a pesquisadora com aquele ar de indignação (ARAÚJO, 2002).

A par destas informações percebemos que o conjunto das demais características possuem elementos que podem ser realocados em outras características: a *não-memorização* dos conteúdos matemáticos pode ser alocada como uma consequência ou justificativa das relações com outras áreas do conhecimento, diversidade de encaminhamentos e mudança de postura (criatividade); já controle emocional, liderança e desafiante podem ser consideradas mudanças de postura dos alunos sobre suas emoções, relações com os demais membros e motivações para a realização das atividades respectivamente.



Todavia, ressaltamos que elas, o conjunto das *demais características*, não foram expostas e descritas juntas com as outras porque foram analisadas em apenas um único trabalho e, ainda, existe a necessidade de investigações em atividade de Modelagem para investigarmos, por exemplo, a existência do controle emocional e da liderança.

A partir dessas características da Modelagem Matemática, analisaremos possíveis relações entre Modelagem Matemática e Neurociências no processo de aprendizagem. Neste sentido, abordaremos no próximo capítulo quais foram os procedimentos metodológicos realizados para alcançarmos nosso objetivo.



4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção descrevemos nosso objetivo de pesquisa, expomos o percurso metodológico adotado, o contexto em que a pesquisa foi realizada e como foi a nossa coleta e análise dos dados.

4.1 Problemática e objetivo

De modo geral podemos entender a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino que propõe aos alunos a resolução de situações-problemas, isto é, resolver problemas advindos de situações reais. Essa resolução é um processo de desenvolvimento em que os alunos necessitam investigar sobre o tema, elaborar e desenvolver estratégias com ou não com conteúdo(s)/procedimento(s) matemático(s) com o intuito de encontrar uma resposta a situação-problema proposta.

Com isso podemos elencar características das atividades de Modelagem Matemática como: relação com outras áreas do conhecimento, interesse/motivação, interações, diversidade de encaminhamentos e mudanças na postura dos alunos (ALMEIDA; DIAS, 2004; ALMEIDA; BRITO, 2005; ARAÚJO, 2002; BARBOSA, 2001; BURAK, 1992; ROSA, 2013). Tais características são apontadas como contribuições para a aprendizagem dos alunos.

Em paralelo nos estudos e trabalhos das Neurociências apontam estímulos, emoções e relação entre vivência dos alunos com o conteúdo, que podem ser utilizados como norteadores de práticas de ensino aos professores para chamar a atenção dos alunos além de facilitar e potencializar a aprendizagem deles (ALVAREZ; LEMOS, 2006; BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2009; COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011; IZQUIERDO *et al.*, 2013; FONSECA, 2016; OLIVEIRA, 2014; LISBOA, 2016). Além disso, Cosenza e Guerra (2011) apontam a necessidade de realizar um processo de conservação para que aquelas informações aprendidas perdurem no cérebro.

A par destas informações percebemos que tanto os trabalhos das Neurociências sobre aprendizagem quanto as características da Modelagem Matemática convergem para corroborarem/auxiliarem o aluno em seu processo de aprender.

Sendo assim neste trabalho queremos **analisar possíveis relações entre Modelagem Matemática e Neurociências no processo de aprendizagem**. Para tanto segmentamos este trabalho em dois eixos, os apontamentos das Neurociências e as características da Modelagem, e utilizamos procedimentos metodológicos que se assemelham com métodos da Análise de Conteúdo de Bardin, como explicamos na próxima seção.



4.2 Procedimentos metodológicos

Este trabalho é uma pesquisa qualitativa que, segundo Goldenberg (2004, p. 53), tem como finalidade “[...] descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos”, isto é, a partir das descrições minuciosas espera-se uma compreensão relacional entre os dados coletados durante a pesquisa.

Sendo assim, a princípio, realizaríamos essa pesquisa em ambiente escolar para analisarmos a relação entre Modelagem e Neurociências, mas tivemos que modificar nosso contexto de pesquisa devido a pandemia do COVID-19 e a suspensão de aulas, trazemos uma explanação da nossa trajetória de pesquisa no Apêndice A. Neste sentido resolvemos analisar atividades de Modelagem Matemática presentes em dissertações que foram desenvolvidas por integrantes do nosso grupo de pesquisa, o Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFEPEM).

A análise dessas dissertações foi realizada com métodos que se aproximam do conceito de Análise de Conteúdo descrita por Bardin que, segundo essa autora (1977, p. 48), é

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos de condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

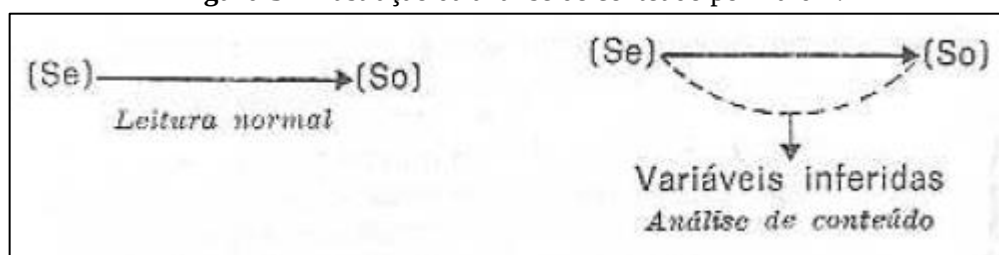
Neste contexto a análise de conteúdo tem a finalidade de analisar o “detrás” da mensagem e realizar inferências nos resultados sem causar prejuízo na interpretação primária da mensagem e nem deturpar o contexto em que ela foi realizada. Em nosso contexto, analisamos as dissertações do GFEPEM para alcançarmos nosso objetivo sem interferir nos resultados obtidos pelos pesquisadores em seus respectivos trabalhos

Para tanto Bardin (1977) afirma que o analista deve possuir categorias que o auxiliem em sua análise, podendo essas serem flexíveis. Neste sentido, a autora afirma que o analista de conteúdo deve possuir dois objetivos: “[...] compreender o sentido da comunicação (como se fosse o receptor normal), mas também e principalmente, *desviar* o olhar para uma outra significação, uma outra mensagem entrevista através ou ao lado da mensagem primeira” (BARDIN, 1977, p. 41, grifos da autora).

Para ilustrar Bardin utiliza a seguinte figura:



Figura 3 – Ilustração da análise de conteúdo por Bardin.



Fonte: Bardin (1977, p. 42).

Na figura 3 mesmo a autora não descrevendo o significado de *Se* e *So*, podemos interpretar que *Se* seja o início do conteúdo a ser lido e *So* seja o final. Sendo assim, a análise de conteúdo visa um outro “olhar” sobre as comunicações realizadas sem modificar a mensagem inicial. No nosso caso, ao propormos analisar as atividades de Modelagem Matemática presentes na dissertação dos demais membros do GFPEM, inferiremos nossas categorias sem deturpar o objetivo desses trabalhos.

Para tanto Bardin (1977) afirma que a análise pode ser feita em categorias e que elas não dispõem de regras para sua formação, mas sugere aos iniciantes que as formem de modo que sejam:

- **homogêneas:** que é a não confusão de dados parecidos/similares, o que reflete na preocupação da autora em considerar o contexto, tanto que ela apenas define como “[...] poder-se-ia dizer que ‘não se misturam alhos com bugalhos’” (BARDIN, 1977, p.36);
- **exaustivas:** para analisar o texto por completo e esgotar suas potencialidades de inferências (*ibidem*);
- **exclusivas:** para que um mesmo elemento do conteúdo não seja classificado em diferentes categorias (*ibidem*), por exemplo, a cor verde-azulado ou é categorizada nas cores verdes ou nas tonalidades azuis;
- **objetivas:** para pessoas diferentes analisarem e chegarem a resultados iguais (*ibidem*);
- **adequadas ou pertinentes:** que possuam relação com o conteúdo e com o objetivo (*ibidem*).

Neste contexto baseando-nos nas regras expostas por Bardin (1977, p. 36), criamos e explicamos as categorias a partir dos eixos temáticos deste trabalho, as características da Modelagem Matemática e os apontamentos da Neurociência para a aprendizagem. Essa nossa decisão de detalharmos as categorias a partir de seu eixo temático tem como finalidade evitarmos segmentar as explicações de cada categoria em subseções para evitar um desmembramento excessivo desta seção.



Por isso, informamos que no início de cada parágrafo utilizamos dois símbolos, “•” e “→”, para nos referirmos a descrição da categoria e critérios de categorização, respectivamente. E, caso haja um parágrafo sem nenhum desses símbolos, significa que é um parágrafo do texto sem necessariamente se tratar de uma categoria.

Além disso, houve a necessidade de subdividirmos algumas categorias para evitarmos classificações ambíguas e abundantes, por exemplo, a categoria de emoções dos apontamentos das Neurociências e a categoria de mudanças de posturas dos alunos das características da Modelagem Matemática. E, ao final das descrições das categorias, apresentamos uma figura que ilustra e sintetiza nossas categorias.

Por fim, salientamos que as categorias criadas pelos eixos temáticos devem ser tomadas como conjunto distintos de categorias, isto é, o conjunto de categorias dos apontamentos das Neurociências e o conjunto de categorias das características da Modelagem Matemática. Desse modo, os textos analisados foram categorizados em dois conjuntos distintos de categorias que descrevemos a seguir.

4.2.1 Apontamentos das Neurociências

Na seção 2, elencamos e descrevemos alguns apontamentos das Neurociências para a aprendizagem e, durante a escrita, observamos que tais apontamentos podem ser divididos em dois grupos: 1) estímulos para facilitar e potencializar a aprendizagem e; 2) processo de conservação de informações.

No grupo 1, estímulos para facilitar e potencializar a aprendizagem, temos um conjunto de três elementos que facilitam e potencializam a permanência da aprendizagem dos conteúdos a serem aprendidos, são eles: significado, emoção e atenção. Por isso, admitimos esses elementos como categorias.

- O **significado** é a relação entre o conteúdo a ser ensinado com alguma experiência já conhecida pelo aluno, com o intuito de aproximar as novas informações com aquelas já armazenadas e que possuem alguma relação.

→ Assim, consideramos como **significado** qualquer relação ou tentativa de relação entre o que se pretende ensinar com algum exemplo ou comentário que o aluno fizer e saiba argumentar o porquê daquela relação. Como o processo de significado é um processo interno do aluno, entenderemos inferências na realidade, exemplos ou casos na família entre outras ações como situações que podem externalizar que eles possam ter construído um significado em torno das informações envolvidas no contexto.



Antes de descrevermos as categorias relacionadas as emoções, devemos salientar que elas são reações internas dos sujeitos e que apenas eles podem saber qual/quais está/estão sentindo (DAMÁSIO, 2000). Entretanto, existem consequências dessas emoções que podemos observar, como um esboço de sorriso quando se sentir feliz ou o rosto avermelhado quando se sentir envergonhado (COSENZA; GUERRA, 2011), neste sentido, tentamos abordar e categorizar tais consequências emocionais em suas possíveis emoções desencadeadores.

Como as emoções podem ser classificadas em positivas e negativas, decidimos dividi-las dessa forma para abranger mobilizações distintas. Aliás, conforme salientamos na seção 2 deste trabalho, as emoções negativas podem tanto proporcionar quanto prejudicar a aprendizagem, neste contexto, realizamos essa diferenciação para podermos abranger diferentes contextos emocionais denominando de emoção negativa potencial aquela emoção negativa que promove a aprendizagem e de emoção negativa prejudicial aquela que prejudica.

Não realizamos de outro modo, como analisar as emoções em favoráveis e desfavoráveis à aprendizagem, porque a categoria “emoção negativa” estaria presente em ambas e entraria em conflito com as regras de homogeneidade e exclusividade das categorias em nossa interpretação.

- As **emoções positivas** possuem um caráter de favorecimento na aprendizagem, pois elas podem desencadear o entusiasmo do aluno em aprender e, como esse entusiasmo está relacionado com o prazer, ele pode tender a repetir ações que lhe proporcione prazer.

→ Admitimos como emoção positiva ações interativas espontâneas do sujeito que possamos interpretar como confortante ou prazerosa, como exemplos positivos¹², sorrir, conversas/diálogos excessivos, rir entre outras ações similares.

- As **emoções negativas potenciais** são emoções que podem despertar certo desconforto emocional, mas que possuem caráter reflexivo o que pode gerar um repensar ou mudanças de hábitos ou ações que podem ser consideradas como uma aprendizagem.

→ Consideramos emoções negativas potenciais ações interativas espontâneas do sujeito que nos permita interpretar certo desconforto, como conversas/diálogos breves, exemplos negativos¹³ entre outras ações similares.

- As **emoções negativas prejudiciais** são emoções que propiciam inibições de ações dos alunos, como o medo ou a frustração, e que os façam adotarem uma postura defensiva nas aulas

12 Que exprime ideia, ação, pensamento com viés otimista de caráter reflexivo, informativo e/ou interativo.

13 Que exprime ideia, ação, pensamento com viés pessimista, mas de caráter reflexivo, informativo e/ou interativo.



(não falar, não procurar argumentar entre outros), o que pode acabar prejudicando a aprendizagem.

→ Consideramos emoções negativas prejudiciais ações que nos permitam interpretar como fatores que inibiram ações dos alunos e que os direcionem a uma retração, como alguma situação que frustrante, revoltante ou que pode causar uma tristeza ou mágoa.

É prudente ressaltarmos que emoções são processos internos do indivíduo e que apenas conseguiremos analisá-las se forem externalizadas por meio de comportamentos. Neste sentido, salientamos nossa dificuldade de classificarmos situações nessa categoria, tendo em vista que analisamos o relato de um terceiro em que não teve as emoções como ênfase do seu trabalho, mas sim a descrição de acontecimentos de sua atividade de Modelagem.

- A **atenção** é a principal “barreira” para aprendermos e, apenas iniciamos a aprendizagem se estivermos atentos àquilo que queremos aprender.

→ Para categorizarmos em atenção, consideramos descrições de ações e/ou falas que pertencem as atividades de Modelagem propostas de forma direta ou indireta. Ou seja, se estiverem conversando sobre assuntos que permeiam a atividade, será considerado como uma ação pertinente a ela, entretanto, se estiverem conversando sobre temas não relacionados a atividade, consideraremos como uma ação não condizente.

Salientamos a nossa dificuldade de classificar nessa categoria, pois analisamos o relato de um terceiro sobre uma ação que apenas o indivíduo, em sua totalidade, sabe se suas contribuições são frutos de um total ou uma fracionada atenção.

Para a construção do grupo 2 utilizamos os processos de conversação descritos por Cosenza e Guerra (2011):

- A **repetição** é a reutilização das novas informações que são/foram aprendidas.

→ Ações ou falas que direcionam a uma reutilização da nova informação, como a repetição de uma premissa da atividade, de um modo de resolver, do tema, da situação-problema da atividade de Modelagem serão classificadas nessa categoria.

- As **associações** são as relações entre informações realizadas por um indivíduo, sejam elas equivalentes, proximais ou não.

→ Nesta categoria, serão considerados as tentativas de elaborações de associações que possuem ou não confluência de ideias, isto é, exemplos equivalentes ou não, piadas ou trocadilhos entre outras possibilidades de relações que os alunos façam para as informações se aproximarem, não necessariamente tenham alguma justificativa para tal.



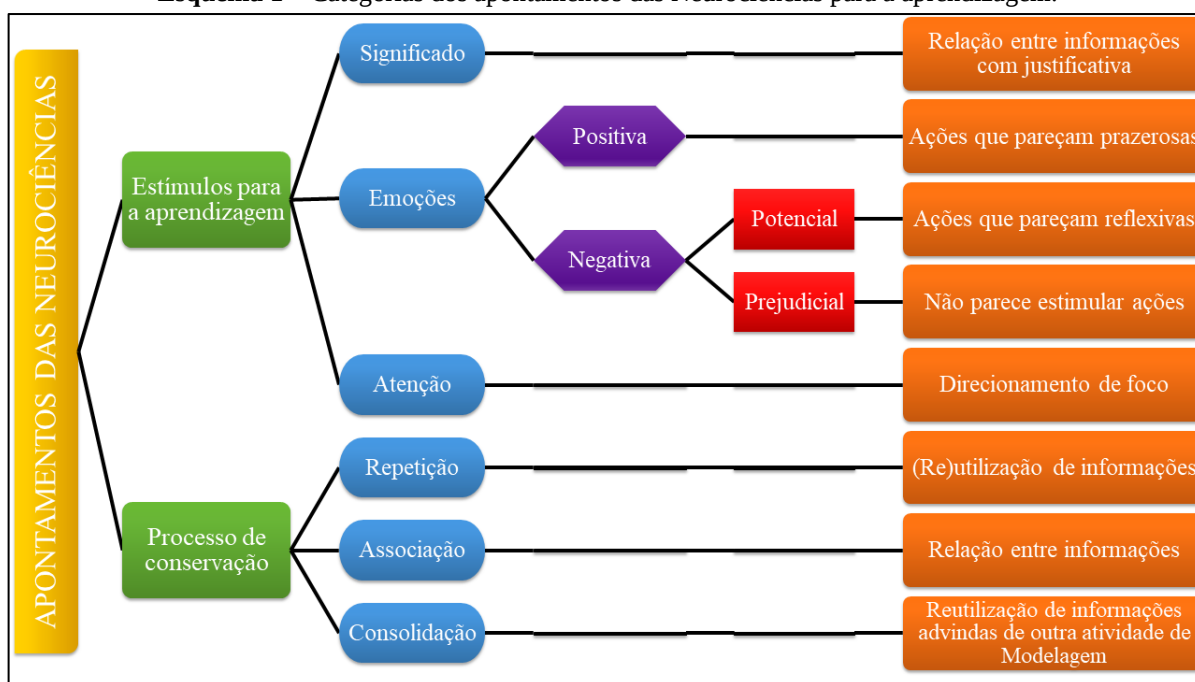
A diferença entre a categoria elaboração de associações e a categoria significado está na justificativa de informações, ou seja, no significado as variáveis podem ou não estar relacionadas com tema desde que tenham uma justificativa para isso, enquanto na associação existe a necessidade de inferências ou relações diretas, mas não necessariamente estão claras.

• A **consolidação** é a última etapa do processo de aprendizagem e acontece no cérebro do indivíduo. É após ela acontecer que percebemos o que foi aprendido durante todo o processo e, apenas temos acesso a elas, quando o indivíduo externalizar sua aprendizagem de alguma forma.

→ Como o processo de consolidação é a criação de sinapses, a ligação entre dois neurônios, no cérebro do indivíduo que demanda certo tempo para acontecer, consideramos uma informação consolidada quando uma nova informação, relação, procedimento matemático ou outra associação que foi realizada em uma atividade de Modelagem e foi reutilizada em outro período, sendo esse período explícito e superior a um dia.

A par destas informações, podemos sintetizar as informações descritas até esse momento no esquema 1.

Esquema 1 – Categorias dos apontamentos das Neurociências para a aprendizagem.



Fonte: Autor (2020).

Após essa síntese de nossas categorias, vamos detalhar e descrever as categorias das características das atividades de Modelagem Matemática.

4.2.2 Características da Modelagem Matemática



Na seção 3, elencamos e descrevemos quais são as características das atividades de Modelagem Matemática que são apontadas por alguns autores como fatores que contribuem para o processo de aprendizagem dos alunos durante a resolução das atividades. Essas características foram sintetizadas no quadro 1 e as utilizamos como norteadora para a criação das categorias das características da Modelagem.

Entretanto, selecionamos apenas as características apontadas por mais de um autor para serem entendidas como categorias, são elas: relação com outras áreas do conhecimento; interesse/motivação; interação/envolvimento; diversidade de encaminhamentos e; mudança de postura dos alunos.

- A **relação com outras áreas do conhecimento** é a parte introdutória da Modelagem Matemática; busca-se em outra área do conhecimento algum problema para resolvê-lo, além de contextualizar dados e resultados obtidos por procedimentos matemáticos durante a atividade.

→ Nesta categoria, classificamos relações entre o tema da atividade de Modelagem com conteúdos e/ou procedimentos matemáticos e inferências dos alunos sobre o tema com a realidade e/ou com a Matemática.

- O **interesse e/ou motivação** é o engajamento, o entusiasmo dos alunos em resolver a atividade de Modelagem; em geral, os autores consideram o tema da atividade como um fator desencadeador desse interesse/motivação.

→ Entretanto, categorizamos em **motivação/o interesse** descrições que nos permitam interpretar que os alunos estejam engajados ou entusiasmados em resolver a atividade de Modelagem Matemática e, quando possível, levantamos o fator motivador.

- A **interação e/ou envolvimento** pode acontecer em debates, pesquisas, conversas, separação de tarefas dentre outras formas de desenvolvimento/crescimento cooperativo entre os alunos ou entre alunos e professores durante a resolução da atividade.

→ Classificamos as interações entre os alunos ou entre alunos e professores, respectivamente por **micro** ou **macrointerações**, onde microinterações são as conversas entre os participantes de um grupo ou entre o grupo e o professor e; macrointerações são os diálogos fora do grupo de alunos, aberto para a classe.

- A **diversidade de encaminhamentos** é a variedade de desenvolvimentos de determinada atividade de Modelagem proposta, em geral, cada grupo apresenta uma forma diferente de obter uma resposta.



→ Nesta categoria, observamos descrições e/ou relações de encaminhamentos realizados pelos grupos durante o processo de resolução das atividades de Modelagem Matemática.

• A **mudança de postura dos alunos** é um conjunto de atitudes em que os alunos são estimulados a desenvolver enquanto resolvem uma atividade proposta, são elas: **autonomia**, liberdade de escolher seus próprios caminhos de resolução; **criatividade**, criam ou relacionam procedimentos ou argumentos (“inovadores” ou não) para resolver o problema; **(auto)confiança**, seguro ou despreocupado em testar procedimentos; **críticidade**, capacidade de julgar se o procedimento e/ou a resposta encontrada condiz com a situação-problema; **argumentação**, apresentação da ideias, debates, elaboração de hipóteses, falseabilidade entre outras formas de debater ou defender o tema ou o processo de resolução; **reflexão**, capacidade de refletir sobre o tema, encaminhamento das atividades ou respostas encontradas e; devido às demais seis mudanças de postura, o aluno torna-se mais ativo nas suas atividades.

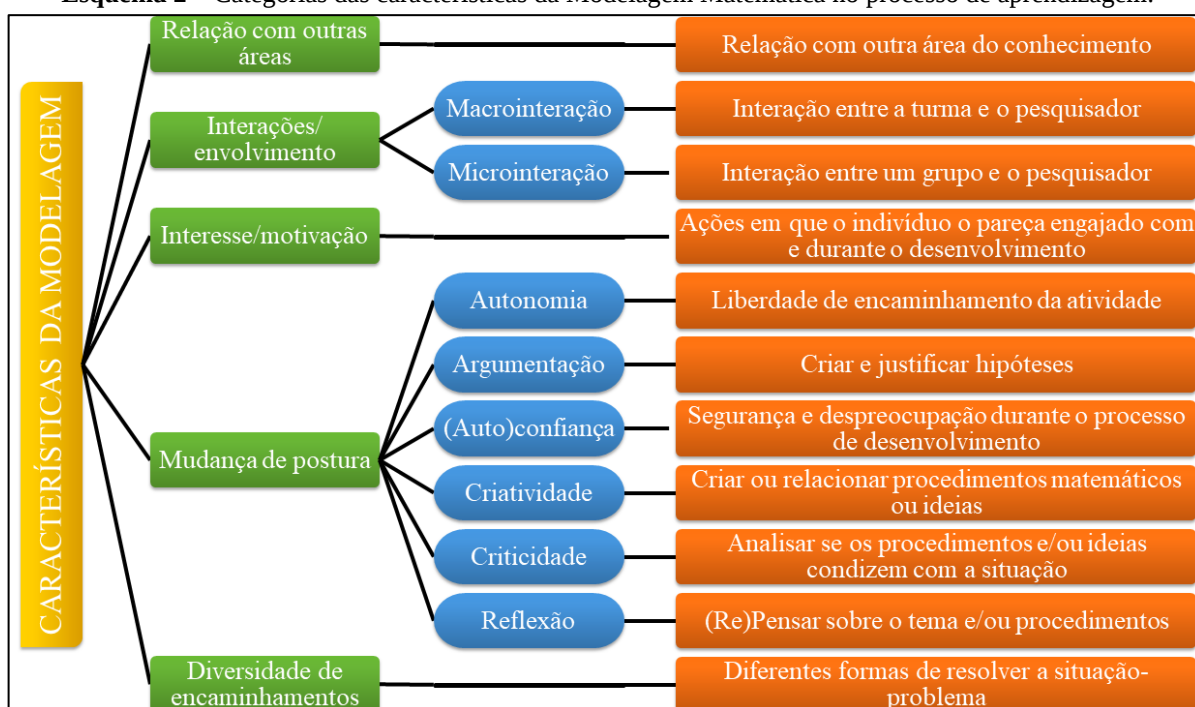
→ Analisaremos a mudança de postura dos alunos nas capacidades segmentadas: na **autonomia** consideraremos a liberdade dos alunos em escolher seus caminhos sem intervenção direta do professor¹⁴; na **criatividade** classificaremos os procedimentos realizados pelos alunos para resolver a situação-problema; na **(auto)confiança** consideraremos incentivos ao processo criativos e/ou reflexivos dos alunos ou a não solicitação de auxílio por grupos como demonstrações de autossuficiência; na **críticidade** categorizaremos julgamentos dos alunos sobre os procedimentos e respostas; enquanto na **argumentação** classificaremos ideias defendidas; na **reflexão** observaremos as inferências realizadas pelos alunos sobre o tema ou a atividade.

Não consideramos a característica dos alunos se tornarem ativos, pois consideramos que ela se derivada das outras. Além disso, salientamos que as demais contribuições, não-memorização, desafiante e controle emocional, não serão utilizadas por serem apontamentos de apenas um autor na literatura analisada.

Em síntese dos expostos até este momento, as categorias como contribuições da Modelagem Matemática utilizadas serão as do esquema 2.

¹⁴ Orientações serão consideradas como auxílios de pensamento.



Esquema 2 – Categorias das características da Modelagem Matemática no processo de aprendizagem.

Fonte: Autor (2020).

Em resumo, temos como categorias das *características da Modelagem Matemática*, as próprias características.

Na próxima subseção, descrevemos em quais contextos a pesquisa foi desenvolvida, quais foram as atividades analisadas, os procedimentos realizados entre outras informações.

4.3 Contexto da pesquisa

Nosso contexto de pesquisa se dilui no contexto descrito e desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática de duas dissertações defendidas por dois integrantes do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFPEM), Ovando Neto (2019) e Souza (2020).

Em cada subseção posterior, descrevemos a atividade escolhida, o contexto dela, os envolvidos e qual o objetivo da dissertação de cada autor. É importante frisarmos o objetivo de pesquisa, pois é natural que alguns contextos sejam suprimidos da descrição da atividade por não coadunarem com o objetivo do trabalho. Isso nos permitiu idealizar ou supor determinados contextos que nos auxiliassem na interpretação dos dados e que deixamos evidenciado essa prática em nosso texto!

4.3.1 Atividade 1 – O uso do narguilé



Esta atividade, descrita e desenvolvida por Ovando Neto (2019), foi realizada com vinte alunos, com faixa etária a partir dos 15 anos de idade, que cursavam o 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública da periferia de Campo Grande/MS no turno noturno. Segundo o autor, os alunos possuíam afazeres não-escolares nos contraturnos como trabalho, cursos e/ou tarefas domiciliares e, por isso, estudavam naquele período.

O tema dessa atividade de Modelagem Matemática foi uma proposta do professor, que foi influenciado por reportagens de televisão que apontavam o aumento do uso do narguilé pela população, principalmente por jovens e adolescentes. Neste contexto, de forma geral, a atividade com essa temática direcionou-se para um levantamento quantitativo daqueles alunos que utilizavam o narguilé. Esse levantamento quantitativo foi realizado por meio de um questionário elaborado e entregue pelo pesquisador com o intuito de conscientizar os alunos sobre os prejuízos desse instrumento de fumo – o narguilé –.

Essa atividade de Modelagem teve a duração de quatro horas/aulas distribuídas em quatro aulas semanais: uma na terça, uma na quarta e duas não consecutivas na sexta. Além disso, ela foi desenvolvida entre jogos de futebol da seleção brasileira na Copa do Mundo de 2018 e projetos da escola, entre outros fatores, o que acarretou interrupções com grandes intervalos de tempo entre um dia de atividade e outro (OVANDO NETO, 2019).

E, desde este momento, salientamos que essa foi a primeira atividade de Modelagem do pesquisador e que ele estava apreensivo e nervoso com o desenvolvimento, como ele descreve (OVANDO NETO, 2019 p. 78) e como podemos interpretar em alguns trechos (*ibidem* p. 68-69). Neste sentido, algumas atitudes do pesquisador serão evidenciadas, pois nos pareceu que tais atitudes poderiam ou limitar ou potencializar (re)ações dos alunos, ou seja, estamos analisando/supondo consequências das interações dele com os alunos e não sua prática.

Além disso, informamos que o objetivo da dissertação de Ovando Neto foi analisar quais os desafios e potencialidades do uso da Modelagem Matemática na sala de aula frente ao Referencial Curricular do Mato Grosso do Sul (MS) (OVANDO NETO, 2019).

Por último, informamos que escolhemos essa atividade porque, segundo Ovando Neto (2019), ela foi desenvolvida em grandes intervalos de tempo o que pode ter influenciado na não motivação ou perda de motivação no desenvolver da atividade de Modelagem pelos alunos.

4.3.2 Atividade 2 – As abelhas e a Geometria

Esta atividade, descrita e desenvolvida por Souza (2020), foi realizada em um curso sobre Modelagem Matemática com trinta e quatro acadêmicos de turmas do terceiro ao sétimo



semestre do curso de Pedagogia de uma instituição de Ensino Superior do interior do estado de Mato Grosso do Sul e que ministrado pela pesquisadora. É importante salientar que dentre esses trinta e quatro acadêmicos, vinte e seis participaram de uma disciplina que a pesquisadora ministrou em momento anterior ao curso e, nela, tiveram experiências de Modelagem Matemática.

O tema dessa atividade de Modelagem Matemática foi uma proposta da professora que a elaborou por dois motivos: 1º) explorar os conteúdos da Geometria, por serem pouco estudados nos cursos de Pedagogia e nos Anos Iniciais e; 2º) por ser um tema que pode abranger outras áreas do conhecimento, tornando-se uma atividade interdisciplinar (SOUZA, 2020).

Neste contexto, de forma geral, a atividade com essa temática direcionou-se para o levantamento de hipóteses sobre porque abelhas constroem favos de mel no formato hexagonal. Além disso, não foi descrito o tempo de duração dessa atividade.

E, assim como na atividade de Ovando Neto, algumas atitudes da pesquisadora serão evidenciadas por, segundo nossas interpretações, tais atitudes poderiam ou limitar ou potencializar (re)ações dos alunos.

Além disso, informamos que o objetivo da dissertação de Souza foi “[...] verificar quais as relações, possibilidades e desafios que se estabelecem entre as representações sociais sobre a Matemática e o ensino de Matemática dos futuros professores dos Anos Iniciais ao utilizar a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica” (SOUZA, 2020, p. 18).

Por último, informamos que escolhemos essa atividade porque havia um contraste entre acadêmicos que tinham desenvolvido uma atividade de Modelam Matemática e outros não.

4.4 Coleta e análise dos dados

A nossa coleta de dados foi desenvolvida em três etapas: na 1ª) fizemos uma leitura flutuante para nos acostumarmos com a forma da escrita, destacarmos as etapas da Modelagem e para sabermos onde se iniciavam e terminavam as atividades escolhidas; na 2ª) fizemos outra leitura do texto, porém com análise e classificação de frases ou trechos nas categorias criadas a partir dos dois eixos temáticos e; na 3ª) realizamos uma releitura do nosso texto para verificarmos se alguma categorização foi precipitada, equivocada ou não foi percebida.

O nosso processo de categorização foi realizado por meio de recortes de trechos das dissertações dos pesquisadores e que contam ou não com excertos destacados com marcador laranja/amarelo. Esse grifo de trechos, frases ou parágrafos simboliza um direcionamento nosso a uma análise mais aprofundada. E, durante nossas análises, destacamos em *itálico* as



categorizações realizadas por nós para destacarmos qual categoria aquele contexto/explicação se refere.

Optamos por expor os trechos das dissertações por figuras para que os leitores possam identificar e compreender o contexto e/ou parágrafo analisado. Neste sentido, identificamos todas as figuras com o posicionamento dos parágrafos retirados em seu documento original, o que ocasionou uma estrutura de título similar a:

Figura xx. Terceiro parágrafo da página XX de Sobrenome do autor.

E, após cada figura, apresentamos, debatemos, citamos e justificamos a nossa categorização a partir da nossa interpretação do trecho descrito pelos pesquisadores.

A nossa análise foi segmentada pelas etapas do processo de desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática que descrevemos na seção 3: compreensão, construção e validação. Isso nos permitiu sintetizar os resultados encontrados em cada etapa na forma de tabelas, conforme exemplo abaixo:

Tabela 1 – Exemplo da tabela que sintetiza os dados analisados na seção 5.

CATEGORIA	FATOR DESENCADEADOR	CONSEQUÊNCIA	CATEGORIA INFLUENCIADA
Nesta coluna, expomos categorias observadas	O fator que desencadeou a categoria da primeira coluna	As ações que decorreram do fator desencadeador	Categorização das consequências.

Fonte: Autor (2020).

Neste sentido, a partir das tabelas, sintetizamos possíveis relações entre uma categoria (coluna 1) e o que proporcionou essa categorização, que chamamos de fator desencadeador (coluna 2). Esse fator desencadeador promoveu consequências (coluna 3) e elas foram categorizadas como categoria influenciada (coluna 4).

Além disso, cada linha da tabela foi preenchida com uma cor que indica se a(s) categoria(s) presente(s) na primeira coluna podem ter propiciado ou inibido a(s) categoria(s) resultante(s). Se podem ter propiciado, indicamos com o preenchimento verde; se podem ter inibido, indicamos com o preenchimento vermelho; se propiciou uma e evitou outra, preenchemos de cinza as três primeiras colunas e na última preencheremos as cores em verde e vermelho, respectivamente; e aquelas que não encontramos uma relação direta preenchemos com amarelo.

Após as subseções de desenvolvimento das atividades de Modelagem de cada autor, criamos a subseção *Resultados* para realizamos nossas considerações das atividades analisadas, ou seja, iniciamos uma análise local dos dados coletados e verificamos possíveis correlações e (co)influências nos dados elencados. Para ilustrar essas relações, adaptamos um grafo gerado



pelo site *Graph Editor*¹⁵ em que cada vértice representa uma categoria e cada aresta uma possível relação. E, por fim, generalizamos nossas análises dos dados obtidos em cada atividade de Modelagem com o intuito de alcançarmos o objetivo do nosso trabalho.

Antes de iniciarmos a descrição de nossas análises, é importante destacarmos que somos iniciantes no método de Análise de Conteúdo de Bardin, o que pode ter acarretado possíveis precipitações em nossas análises. Além disso, novamente salientamos nossa dificuldade em identificar e categorizar algumas ações que são inerentes do sujeito, como a atenção, as emoções e a criação de significado, além do motivo que pode ter levado os alunos a se motivarem e a própria motivação/interesse. Essa dificuldade foi devido a estarmos analisando a descrição de um terceiro sobre uma atividade de Modelagem Matemática que teve um direcionamento que pode ter influenciado a suprimir contexto ou situações que não dialogassem com o trabalho. Neste sentido, tentamos supor possíveis acontecimentos que nos ajudassem a compreender determinadas ações e inferir algumas categorias.

Realizada essas ressalvas, descrevemos a seguir nossas análises.

¹⁵ Disponível em: https://csacademy.com/app/graph_editor/. Acessado em 10 dez. 2020.



5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS À LUZ DOS EIXOS TEMÁTICOS ESTABELECIDOS

Nesta seção, descrevemos e analisamos duas atividades de Modelagem Matemática que foram desenvolvidas por dois integrantes do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFEPEM) com o intuito de analisarmos como podem se relacionar Modelagem Matemática e Neurociências no processo de aprendizagem.

5.1 O uso do narguilé

A atividade de Ovando Neto foi desenvolvida com uma turma do 1º ano do Ensino Médio do turno noturno que continha cerca de 20 alunos que desempenhavam outras atividades em contraturno.

O tema da atividade de Modelagem, “o uso do narguilé”, foi uma proposta do pesquisador derivada de reportagens que apontavam para o aumento da utilização desse instrumento de fumo – o narguilé – principalmente por adolescentes e jovens, o que poderia motivar a turma a desenvolver a atividade (OVANDO NETO, 2019).

Tendo em vista esse fator motivacional, um dos objetivos do pesquisador com essa atividade foi de conscientizar os alunos sobre problemas do uso do narguilé. Mas o direcionamento da descrição da atividade foi para alcançar o objetivo da sua dissertação que era analisar quais os desafios e possibilidades do uso da Modelagem Matemática na sala de aula, frente ao Referencial Curricular do Mato Grosso do Sul.

Neste sentido, devido a esse direcionamento descrito para alcançar o objetivo de sua dissertação, nos permitiu idealizar/supor determinados contextos a partir da descrição de Ovando Neto a fim de explorar possibilidades de acontecimentos e consequências e deixamos isso evidenciado em nosso texto!

E repetimos que essa é a primeira atividade de Modelagem do autor, o que pode ter sido um fator decisivo para alguns equívocos em sua prática, mas que são ilustrativos de ações limitadoras ou potencializadoras nas atividades de Modelagem. Por isso, elencamos e descrevemos tais ações e analisamos/supomos as consequências delas nas ações dos alunos e não para julgarmos a prática do autor.

Realizada essas ressalvas, vamos iniciar a análise dessa atividade.



5.1.1 Compreensão

Inicialmente, o pesquisador descreveu que entregou para a turma participante de sua pesquisa um questionário para que os alunos pudessem responder sem se identificar. A primeira pergunta do questionário é referente a idade do aluno, mas a ênfase é o uso do narguilé: se eles conheciam, se já tinham usado, entre outras questões, conforme o quadro 2 abaixo.

Quadro 2 – Questionário elaborado para a atividade “O uso do narguilé”.

Questionário
OBS: Não é necessário se identificar
Qual sua idade?
☐ 12-13 anos ☐ 14-15 anos ☐ 16-17 anos ☐ 18 anos acima
Há quanto tempo você faz uso do narguilé?
☐ há menos de 1 ano ☐ entre 1 ano ou 2 anos ☐ entre 2 ou 3 anos ☐ há mais de 3 anos ☐ nunca usei narguilé
Quantos dias na semana você usa o narguilé?
☐ Entre 1 ou 2 dias (apenas fim de semana) ☐ Entre 3 a 4 dias ☐ Entre 5 e 6 dias ☐ Todos os dias ☐ Não faço uso
Quando usa, quantas horas por dia você usa o narguilé?
☐ Entre uma ou duas horas ☐ Entre duas ou três horas ☐ Acima de três horas ☐ Não faço uso
Seus pais ou responsáveis sabem que você faz uso do narguilé?
☐ Sim ☐ Não ☐ Não faço uso
Seus pais ou familiares fazem uso do narguilé?
☐ Sim ☐ Não
Você usa algum tipo de bebida ou outra substância para fazer o uso do narguilé? Qual?
☐ Bebidas alcoólicas ☐ Cigarro ☐ Essências aromatizantes ☐ Não faço uso ☐ Outras (qual: _____)
O uso que você faz do narguilé é individual ou coletivo?
☐ Coletivo ☐ Individual ☐ Não faço uso
Você sabe dos malefícios que o narguilé pode causar à saúde? Quais?
☐ Sim (doenças respiratórias, câncer etc.) ☐ Não



Deixe uma frase que explique a sensação ao fazer uso do narguilé.

Fonte: Adaptado de Ovando Neto (2019, p. 66-67).

Ao analisar as questões do quadro 2, particularmente a evolução das perguntas do questionário, permitiu-nos identificar que o objetivo dessa atividade foi a conscientização dos malefícios sobre o uso do narguilé, pois a penúltima questão (“Você sabe dos malefícios que o narguilé pode causar à saúde? Quais?”) nos forneceu esse indício.

Neste contexto, podemos supor que se na turma tivesse alunos que utilizassem narguilé, a entrega desse questionário nesse momento poderia ter direcionado esses alunos a interpretarem que poderiam ser julgados como pessoas que possuem/praticam um mau-hábito à sua saúde. E, com essa possibilidade de interpretação, pode levá-los a se retraírem e se afastarem de alguma proposta interação inicial. Isso decorre porque não gostamos de sermos julgados ou punidos já que essas ações estão associadas às emoções negativas e tendemos a evitá-las, conforme salienta Damásio (2000).

Sendo assim, pudemos interpretar que o questionário, entregue nesse primeiro momento, pode ter propiciado um afastamento/uma retração de alguns alunos, particularmente daqueles que usam o narguilé, em se envolverem na atividade devido esse pré-julgamento de estarem “errados”. Caso isso tenha ocorrido, estamos diante de três categorias que podem se relacionar: 1) *emoção negativa prejudicial*; 2) *envolvimento/interação* e; 3) *interesse/motivação* na atividade.

A *emoção negativa* é classificada como (1) *prejudicial* devido a essa possibilidade de afastar os alunos a participarem da atividade, podendo prejudicar a (2) *interação/envolvimento* entre os alunos e o professor além de poder prejudicar a (3) *motivação/interesse* dos alunos em desenvolver a atividade. Entretanto, para que essas inferências e categorizações serem confirmadas, há a necessidade de analisarmos as interações e o engajamento dos alunos durante o desenvolvimento da atividade de Modelagem.

Todavia, a explanação das possíveis consequências emocionais, que o questionário pode ter provocado em alguns alunos, foi realizada neste momento para compreendermos algumas ações descritas posteriormente. Neste sentido, vamos ao primeiro trecho do texto do autor, que está na figura 4, a ser analisado.

Figura 4 – Último parágrafo da página 67 da dissertação de Ovando Neto.



Coletamos alguns dados por meio do questionário e posteriormente tentamos conversar com os alunos perguntando o que costumavam fazer com os amigos ou familiares para se divertirem aos fins de semana, com o intuito de nos familiarizarmos com eles, uma vez que éramos novos na turma e estávamos preocupados com a participação deles para o desenvolvimento da atividade. **Aparentemente nossa primeira tentativa de diálogo gerou estranhamento e isso foi evidenciado no silêncio da turma enquanto falávamos, ou por meio de respostas breves quando perguntávamos algo.**

Fonte: Adaptado de Ovando Neto (2019, p. 67-68).

Após recolher o questionário, o pesquisador descreve que tentou se aproximar da turma com perguntas sobre a vivência deles, mais especificamente sobre o que os diverte, mas não obteve êxito nessa primeira aproximação. Essa não-interação entre a turma e o pesquisador pode ser considerada como uma possível consequência (emocional) da organização das perguntas do questionário, como descrevemos anteriormente.

Isto é, devido a possibilidade de supor o tema que o pesquisador trabalharia a partir do questionário, os alunos podem ter pré-julgado emocionalmente a atividade como “prazerosa” ou não. Ao considerarmos essa nossa hipótese, podemos possuir grupos de alunos que: (1) não gostaram do tema, (2) que se sentiram desconfortáveis – já que usam e se sentem bem com o narguilé – ou (3) que estavam indiferentes. Não consideramos um grupo que gostasse ou que estivesse confortável com o tema, porque não foi descrito interações espontâneas com os alunos neste momento.

Tanto o não gostar quanto o desconforto podem ser classificados como uma *emoção negativa prejudicial* já que pode acarretar uma não realização da atividade, como podemos interpretar pelo “estranhamento” (silêncio ou respostas breves dos alunos, conforme expõe o autor) descrito no trecho destacado da figura 4. Logo, esse “estranhamento” pode ser considerado como indício de ações defensivas influenciadas por uma possível emoção negativa de teor prejudicial, como o medo ou frustração (DAMÁSIO, 2000).

A possível mobilização de medo, pode ter sido desencadeada pela possível interpretação do questionário pelos alunos fumantes de narguilé de que a atividade levaria a uma reflexão sobre o fumo e um possível julgamento de que eles fazem ou gostam desse hábito errado, o que pode ocasionar medo de serem julgados, como é exposto posteriormente. Já possível mobilização de frustração, pode estar relacionada à esperança de alguns alunos em terem aulas diferenciadas – porque a presença do pesquisador induz isso –, entretanto, com um tema “chato” ou de “pouca importância” [lembrando que é uma possível visão dos alunos].



Sendo assim, o tema “uso do narguilé e suas consequências” pode ter sido pré-julgado por alguns alunos como: (1) desinteressante (frustração) ou (2) acusador (medo); enquanto os demais podiam ainda estar (3) indiferentes, isto é, esperando o direcionamento da atividade para se motivar ou não.

Neste contexto, podemos considerar que o questionário pode ter sido um fator motivacional crucial para esse contato inicial com os alunos, pois a sua estrutura indiretamente direcionava-os a interpretar o tema que o pesquisador abordaria. Com isso, possibilitou, possivelmente, uma mobilização de *emoções negativas prejudiciais* (medo e frustração) para o desenvolvimento da atividade de Modelagem. E, em decorrência disso, essa primeira *macrointeração*¹⁶ pode ter sido pouco efetiva para que o tema ou a sua abordagem não tenha sido prazerosa aos alunos, de tal forma, que provocasse uma *motivação*, um engajamento, interações espontâneas neste momento.

Logo, podemos inferir que a possível presença da *emoção negativa prejudicial* pode ter impedido duas outras categorias: a *macrointeração* e a *motivação/interesse* dos alunos em desenvolver a atividade de Modelagem, corroborando com a nossa explanação inicial.

Para contornar essa pouca macrointeração e, possivelmente engajar os alunos a participarem da atividade, o pesquisador modificou a distribuição das cadeiras da sala de aula e organizou-as circularmente com o objetivo de facilitar a troca de experiências entre os alunos e ele. Importante salientar que essa troca de experiências está condicionada à pergunta do pesquisador sobre as atividades que eles, os alunos, costumavam fazer entre eles e/ou com familiares nos finais de semana, conforme descrição não destacada da figura 4.

Mesmo com as cadeiras distribuídas de modo circular, os alunos interagiam pouco e davam respostas diversas sobre o que costumavam fazer quando se reuniam entre amigos e familiares, como podemos observar na figura 5 na descrição não grifada feita pelo autor.

Figura 5 – Segundo e terceiro parágrafo da página 68 da dissertação de Ovando Neto.

16 Interação entre professor, neste caso, pesquisador e alunos ou entre alunos e alunos.



Os alunos não falaram muito a princípio, tivemos algumas respostas, como por exemplo: “*eu saio mais com o pessoal da igreja, vou ao shopping, vou jogar bola... Como a gente se conhece faz tempo às vezes a gente vai na casa de uns amigos tomar uma coquinha*”. Continuamos tentando estabelecer uma conversa com eles sobre suas experiências na tentativa de que participassem e se sentissem mais a vontade para falar na aula. Recebemos diversas respostas, tais como tomar tererê, correr, jogar vídeo game, ir ao parque, entre outros tipos de atividades voltadas ao lazer.

Por serem adolescentes de uma turma do ensino médio, tínhamos como hipótese que poderiam existir alunos que faziam uso do narguilé, pois alguns resultados apontados pelo Projeto Tabagismo, que motivou a atividade, mostravam que esta prática era comum por adolescentes. Esperávamos que algum deles respondessem que utilizavam o instrumento para o lazer com amigos.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 68).

Essa pouca interação relatada pelo autor, nos permitiu inferir que, ao menos e possivelmente, aqueles que estavam participando direcionavam o foco para o desenrolar da atividade de Modelagem. Esse ato de se concentrar em determinado estímulo em detrimento de outros é entendido como atenção (GONÇALVES; MELO, 2009; COSENZA; GUERRA, 2011). Com isso, nos permite categorizar essa ação desses participantes como *atenção*, entretanto, nada podemos afirmar ou supor sobre os demais alunos, por não ter sido descrito.

Além disso, Ovando Neto descreve que tentava deixar os alunos “mais à vontade” para participarem da (macro)interação, podemos interpretar a expressão “mais à vontade” como uma situação que o autor quisesse que os alunos interagissem espontaneamente. Desse modo, podemos considerar essa ação como uma intervenção de mudança emocional, pois Ovando Neto deseja que os alunos não tenham medo (*emoção prejudicial negativa*) de interagir e sim que interajam espontaneamente (*emoção positiva*).

Ao analisarmos o trecho destacado da figura 5, percebemos que o tema foi escolhido pelo pesquisador no intuito de motivar os alunos para a atividade, em concordância com a descrição da atividade feita por ele. Isto permite-nos inferir que essa motivação partiu do pesquisador para motivar a turma a desenvolver a atividade em concordância com Burak (1992), Barbosa (2001) e Almeida e Brito (2005). Entretanto, podemos interpretar que os alunos estavam pouco ou não estavam motivados a realizarem a atividade, devido a descrição do autor apontar que havia pouca macrointeração, o que direciona-nos considerar que apenas a apresentação do tema não garante um *interesse/motivação* dos alunos.



Ao voltarmos para o texto, Ovando Neto descreve que uma aluna respondeu que costumava ir a uma tabacaria e encaminhou o debate para essas tabacarias, como podemos observar na figura 6.

Figura 6 – Quarto e quinto parágrafo da página 68 da dissertação de Ovando Neto.

Então, uma aluna respondeu que costumava ir a uma tabacaria. Como sabíamos que geralmente essas tabacarias vendem essências e alugam o instrumento [de fumo] para uso, encaminhamos a discussão perguntando o que era servido nessas tabacarias. A aula respondeu “lá tem... destilado, tem cerveja, tem ‘arguile’, tem show, uns pagodes, às vezes sertanejos”. Outro aluno complementou: “de quinta à sábado tem sertanejo”.

Quando o aluno falou do “arguile”, perguntamos se a pronúncia era arguile mesmo, outros alunos falaram que conheciam como “narguile”. Diante disso, dissemos aos alunos que a atividade estava relacionada ao uso do narguilé e por isso aplicamos aquele questionário, para que pudéssemos discutir a respeito dessa temática. Posteriormente perguntamos o que era narguilé e os alunos responderam que era um cachimbo, utilizado geralmente entre amigos, no qual se sugava o vapor da água juntamente com uma essência de algum sabor.

Fonte: Adaptado de Ovando Neto (2019, p. 68-69).

Pela descrição presente na figura 6, podemos interpretar que o comentário da aluna em ir a uma tabacaria motivou um outro aluno a comentar também, já que esse comentário do aluno parece ser espontâneo e, essa ação, pode ser considerada como uma possível *emoção positiva*. Com isso, podemos inferir que os alunos frequentadores/conhecedores desse tipo ambiente talvez quisessem participar, falar sobre o custo/benefícios de certos locais, enfim, dialogar de maneira descontraída (“à vontade”, isto é, *emoção positiva*) sobre a ida à tabacaria e/ou até extrapolar o tema e falar sobre bares que frequentam ou outros locais.

Entretanto, o autor direcionou o diálogo para uma discussão sobre pronúncia do objeto – se era “arguile” – e obteve resposta que alguns conheciam como “arguile” e outros como “narguile”. Depois desse debate, Ovando Neto descreve que evidenciou o tema da atividade de Modelagem, o uso do narguilé, e direcionou um debate sobre esse tema, conforme observamos na figura 6.

Retornando à descrição da atividade, na figura 7 tem um trecho que destacamos em que o pesquisador faz a seguinte ressalva:

Figura 7 – Primeiro parágrafo da página 69 da dissertação de Ovando Neto.



Tentando não demonstrar qualquer juízo de valor sobre o uso do narguilé, questionamos os alunos sobre a opinião que tinham a respeito de questões envolvendo a saúde, se consideravam se fazia bem ou mal. Todos concordaram que fazia mal, explicitando isso por meio de diversas respostas como: “como eu faço corrida, eu percebi que depois de um tempo usando o narguile eu me senti mais cansado, por isso parei”; “eu usei numa noite e no outro dia acordei com muita dor de cabeça e tontura”; “depende da essência... eu usei sozinho em casa e passei bastante mal”. Perguntamos se eles acreditavam que o narguilé causava dependência. A maioria que acreditava que sim, pois existem pessoas que já compraram a versão portátil do cachimbo, que é do tamanho de uma caneta, para que pudessem levar a qualquer lugar. Também responderam que existiam pessoas que colocam a maconha dentro da essência para que, quando queimada, fosse sugada junto com o vapor.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 69).

O trecho destacado na figura 7, demonstra um cuidado do autor em questionar sobre o uso do narguilé pelos alunos sem promover um juízo de valor nessa prática, mas interessante ressaltar que a última pergunta do questionário – “Você sabe dos malefícios que o narguilé pode causar à saúde? Quais?” – e uma das alternativas – “Sim (Doenças respiratórias, câncer etc.)” – pode ter influenciado, indiretamente, nas respostas dos alunos.

As respostas dos alunos descritas são referentes às recordações de vivências deles, como o relato de um deles em que descreveu se sentir mais cansado em suas corridas depois de um determinado tempo usando o narguilé (*ibidem*, p. 69). Essas recordações são adjetivadas com uma sensação de mal-estar (dor, cansaço e tontura, por exemplo), o que nos permite interpretar que estão relacionadas com emoções negativas. Assim, neste contexto, o pesquisador pode ter mobilizado *emoções negativas*.

Neste momento, nos parece que possivelmente houve uma mudança emocional novamente, pois o assunto do narguilé surgiu quando os alunos debatiam sobre suas diversões [emoção positiva: prazer] e se direcionou para os danos à saúde deles [emoção negativa: medo] que eles perceberam. E, como os próprios alunos identificaram malefícios do uso do narguilé e não foi com uma “bronca”/julgamento do pesquisador sobre tais malefícios, pode ter influenciado em uma reflexão sobre o tema.

Essa possível postura reflexiva dos alunos, influenciada por essa nova mobilização de uma emoção negativa, pode inspirar em uma repensar acerca da prática de fumar e, assim, (re)aprender um novo hábito: o de não usar o instrumento. Nesta suposição, essa emoção negativa pode gerar uma possível mudança de resposta para o estímulo de usar narguilé, assim, podemos categorizar essa *emoção negativa* como *potencial* por ela poder gerar uma reflexão [aprendizagem] nos alunos sobre as consequências do uso do narguilé.



Essa categorização é diferente da possível emoção negativa prejudicial causada pelo questionário, onde um terceiro (pesquisador) afirmava o malefício, porque os próprios alunos “puxaram” de suas vivências o malefício do uso – mesmo que possam ter sido influenciados pela leitura do questionário –.

Aliás, essa possível postura reflexiva, que pode ter sido desencadeada com as vivências negativas dos alunos (emoção negativa potencial), pode influenciá-los em uma mudança de hábitos por causa das reflexões, neste sentido, podemos categorizar essa ação como *reflexão*, uma das características da Modelagem Matemática. Já que essa mudança de hábito corrobora com o pensamento de Barbosa (2001) em que nem a Modelagem e nem a Matemática são “fins”, mas meios de (re)pensar a sociedade.

Entretanto, é prudente ressaltarmos que não podemos afirmar que essa possível *reflexão* causada por uma provável *emoção negativa potencial* promoveu a não utilização do instrumento de fumo pelos alunos. Mas que, ao menos, uma potencial reflexão dos malefícios na saúde deles pode ter ocorrido.

E, ainda, é possível percebermos nesse debate que o significado, elemento para a aprendizagem, pode também estar presente, já que o tema é um conteúdo e ele está relacionado com a vivência dos alunos, conforme define Cosenza e Guerra (2011). Isto é, os alunos relacionaram o malefício do uso do narguilé com as vivências deles, o que podemos categorizar como *significado*.

Além disso, durante a *macrointeração* dos alunos sobre os malefícios do uso do narguilé, podemos interpretar duas categorias do processo de conservação da aprendizagem: a repetição e a associação de informações nesse debate. A categoria de *repetição* é perceptível nos comentários dos alunos em que repetiram a informação de que o “narguilé faz mal” de diferentes formas por se basearem nas vivências de cada um, podendo ocasionar na *associação* do narguilé e/ou do seu uso com malefícios a saúde.

Ao retornamos ao texto, o autor descreve que perguntou aos alunos se o narguilé causa dependência. Os alunos responderam positivamente e ampliaram o debate sobre o uso do narguilé para a dependência em drogas. Aqui, poderíamos categorizar tanto que o narguilé foi/é *associado* com drogas ilícitas quanto que estão *repetindo* uma informação já conhecida.

Neste caso, podemos colocar uma condicional para evitar uma duplicidade na categorização, pois: se um aluno sabe que drogas ilícitas podem ser usadas com o narguilé, então categorizamos como *repetição de informação* já que ele conhece esse fato e está apenas emitindo essa possibilidade; se um aluno não conhece essa possibilidade, então ele está *associando* o narguilé com a droga ilícita. Ainda mais, podemos interpretar que há um



direcionamento de foco, ao menos dos participantes, durante as discussões, o que permite categorizar essa ação em *atenção*.

Em seguida, o pesquisador direciona o debate para o porquê eles utilizam o narguilé, como podemos observar na figura 8.

Figura 8 – Segundo parágrafo da página 69 da dissertação de Ovando Neto.

Questionamos então o porquê de fazerem o uso se sabiam, e em alguns casos já tinham sentido no organismo, efeitos nocivos do narguilé. Algumas justificativas foram em consideração ao gosto “docinho” das essências, das brincadeiras que faziam com a fumaça que soltava do cachimbo, do sabor do narguilé não ser amargo como o do cigarro, entre outras respostas. Diante da comparação do gosto do narguilé com o cigarro apresentamos alguns resultados científicos sobre essa prática encontrados no Projeto Tabagismo ⁹na tentativa de conscientizar sobre os malefícios que o uso contínuo do cachimbo pode causar ao organismo. Abordamos o crescente aumento do uso pela população justamente por acharem que a água presente no cachimbo serve como filtro ou por considerarem ser apenas vapor, sem droga nenhuma, na crença de que não faz mal a saúde.

⁹ Projeto disponível em < <http://sites.uem.br/tabagismo/o-narguile> > Acesso em abril de 2018

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 69).

As respostas descritas dos alunos para a pergunta do professor sobre o motivo deles fumarem estão em destaque na figura 8 e são elas: o gosto doce, as brincadeiras com a fumaça e o sabor menos amargo que o cigarro. Isso nos fornece indícios de que a ação de usar o narguilé pode se vincular com uma *emoção positiva* para os alunos que usam, por isso, eles se sentem motivados a fumarem. Isso corrobora com a nossa interpretação inicial de um possível pré-julgamento de alguns alunos em serem “condenados” por realizarem o uso do narguilé acarretando a mobilização de *emoções negativas prejudiciais*, como abordamos anteriormente.

Contudo, a partir de nossas interpretações, parece-nos que houve uma mudança emocional nos alunos que usam narguilé, onde eles saíram de um possível medo de serem julgados pelo uso desse instrumento para uma reflexão dessa prática. Entretanto, quando o pesquisador evidenciou os resultados científicos sobre os malefícios do uso contínuo do narguilé no organismo humano e confrontou a crença de que a água presente no instrumento de fumo filtra as impurezas que fazem mal à saúde, podemos inferir que pode ter havido outra mudança emocional.

Essa mudança emocional pode estar vinculada com a confirmação do “julgamento de conduta” que o pesquisador fez aos alunos quando apresentou os dados científicos e confrontou a crença da “pureza da água”. Neste caso, essa possível “condenação” de que usar narguilé é



errado porque prejudica a saúde pode proporcionar alguma emoção negativa nos alunos, como tristeza ou frustração.

Isto é, neste momento, aqueles alunos que podiam ter identificado que o tema seria os malefícios do uso do narguilé e, com essa identificação, seriam “julgados” como pessoas que fazem “algo de errado”, confirmaram essa implicação intuitiva que fizeram. Além disso, os alunos que não gostaram do tema, podem não ter mudado de opinião e continuado a achar que o tema é desinteressante. E aqueles alunos indiferentes ou podem ter continuado indiferentes ou acharam o tema desinteressante ou gostaram do tema.

No entanto, infelizmente, não é possível identificarmos ou interpretarmos se isso aconteceu ou se manteve porque o autor não descreve como foi o debate com os alunos depois da apresentação dos dados científicos: se houve mais reflexões, mais trocas de experiências, argumentações defendendo um posicionamento diferente do texto apresentado e, assim, podermos analisar.

E, antes de adentrarmos no processo de construção dessa atividade de Modelagem de Ovando Neto, vamos sintetizar na tabela 2 algumas observações, interpretações e inferências nossas nessa subseção.

Tabela 2 – Síntese das interpretações do processo de compreensão da atividade de Ovando Neto.

CATEGORIA	FATOR DESENCADEADOR	CONSEQUÊNCIA	CATEGORIA INFLUENCIADA
Emoção negativa prejudicial	Entrega do questionário	Retração	Macrointeração Motivação/interesse
Emoção positiva	Intervenções para que os alunos se sentissem “à vontade”	Maior participação dos alunos	Macrointeração Motivação/interesse
Macrointeração	Perguntas sobre costumes dos alunos	Relatos de experiências negativas e positivas sobre o tema	Motivação/interesse Reflexão Significado Repetição Associação Emoções positivas Emoções negativas prejudiciais Emoções negativas potenciais
Emoções negativas potenciais	Debates sobre malefícios do narguilé na saúde evidenciada pelos alunos	Reflexão sobre as possíveis causas	Reflexão
...	Direcionamento de foco para o debate	Participações condizentes com o contexto	Atenção

Fonte: Autores (2020).



Na tabela 2, temos na primeira coluna as categorias observadas nos contextos apresentados na segunda coluna, em seguida, na terceira coluna temos as consequências advindas da segunda coluna e na quarta as categorias que podemos classificar a partir das consequências observadas na terceira coluna. As cores presentes na tabela significam: vermelho = pode ter evitado; verde = pode ter propiciado e; amarelo = sem relação direta.

Neste contexto, percebemos que as *emoções negativas prejudiciais*, advindas do questionário, podem ter causado uma ação de retração nos alunos, o que possivelmente evitou uma *motivação/interesse* pela atividade junto com uma *macrointeração*. Todavia o pesquisador realizou intervenções para que os alunos ficassem “à vontade”, o que pode ter mobilizado *emoções positivas* e que possibilitou em uma maior participação deles na atividade e, conseqüentemente, pode ter propiciado tanto na *motivação/interesse* quanto na *macrointeração* dos alunos que foram evitadas pelo possível pré-julgamento dos alunos sobre o tema.

Durante a *macrointeração*, propiciada pelas perguntas sobre costumes dos alunos, notamos que os alunos podem mobilizar *emoções positivas* enquanto usam o narguilé, com isso e junto com as experiências maléficas acerca do uso do instrumento de fumo, pode ter ocasionado uma *reflexão* e uma mobilização de *emoções negativas potenciais*. A primeira refere-se ao (re)pensar em gostar de algo que faz mal à própria saúde e a segunda, possivelmente mobilizada pelos relatos de experiência, pode influenciar em uma mudança de hábito.

Além disso, podemos interpretar uma relação entre a vivência dos alunos e o tema (uso do narguilé), oportunizada pela *macrointeração* durante o debate, o que pode ter causado um *significado* para esse debate/início da atividade de Modelagem. E parece-nos que tanto *repetição* quanto *associação de informações* (processos da conservação de uma informação, segundo Cosenza e Guerra (2011)) podem estar presentes na exposição de relatos dos alunos, em que relataram os malefícios da utilização dos instrumentos de fumo por eles e, como os relatos são diferentes, pode ocorrer uma associação entre eles.

É importante ressaltarmos que o *significado* para realizar essa atividade de Modelagem pode não estar presente para todos os alunos, como alunos não-fumantes por exemplo, o que pode acarretar apenas em uma *associação de informações* para eles. É prudente destacarmos que esse processo de uma atividade ter significado ou não é do indivíduo, podemos apontar indícios que direcionam a possuir tal significado, mas não podemos afirmar dada a individualidade dos alunos. Assim como nas emoções levantadas nessa análise.

Por último, temos a *atenção* que podemos interpretar a partir da descrição da participação dos alunos, além de compreendermos que as demais categorias não seriam



possíveis sem a presença dela. Porém não conseguimos relacioná-la com alguma categoria específica, neste sentido, foi que colocamos o símbolo “...” na primeira coluna.

Esses foram os indícios de relações interpretados nessa etapa do processo de desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática proposta por Ovando Neto, vamos analisar o processo de construção de um modelo matemático/uma resposta.

5.1.2 Construção

Após descrever que mostrou aos alunos os resultados científicos e falou sobre a crença popular que a água é um “purificante” dos malefícios do narguilé, Ovando Neto inicia o próximo parágrafo afirmando que encerrou as discussões, conforme figura 9.

Figura 9 – Segundo parágrafo da página 70 da dissertação de Ovando Neto.

Após as discussões organizamos 5 grupos com 4 integrantes cada para dar prosseguimento à atividade e iniciar a organização dos dados coletados por meio do questionário. Vamos descrever as interações presentes no grupo 1, composto por quatro alunos denominados B1, B2, B3 e B4, pois tivemos dificuldades em coletar áudios com os gravadores em todos os grupos, também em orientar todos eles devido a nossa inexperiência em conduzir as atividades.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 70).

No trecho destacado, o pesquisador afirma que descreve apenas o processo de desenvolvimento de um grupo, entretanto, em alguns momentos posteriores, nos parece que o pesquisador focaliza as discussões de desenvolvimento nesse grupo 1 enquanto a atividade é desenvolvida em conjunto com a turma. Feita essa constatação, retornaremos à análise do desenvolvimento da atividade analisando o trecho da figura 10.

Figura 10 – Terceiro parágrafo da página 70 da dissertação de Ovando Neto.

Perguntamos como poderíamos representar os dados coletados a partir do questionário. B1 respondeu que poderia representar isso com um gráfico. Perguntamos como ele faria isso e respondeu que seria com porcentagem. Pedimos para que ele desenvolvesse a ideia no papel. A partir desse momento os alunos da turma aparentaram estar dispersos, pois não conseguiam formular uma estratégia para responder o problema proposto.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 70).

No início da figura 10 no trecho não destacado, percebemos uma categoria do eixo das características da Modelagem Matemática, a *relação com outra área do conhecimento*, devido a relação dos dados quantitativos coletados (Matemática) a partir do questionário sobre o uso do narguilé (Saúde). E essa relação pode influenciar os dados matemáticos a adquirirem um *significado*, pois eles se relacionam com dados advindos do questionário.



Analisando o indivíduo B1, podemos perceber que ele relacionou os dados do questionário com gráfico e esse com dados em porcentagem, o que nos permite categorizar como *associação de informações*, já que ele parece projetar os dados quantitativos em gráficos e apresentá-los percentualmente. E, devido a essa relação de B1, podemos inferir que ele estava direcionando seu foco para a atividade o que nos permite categorizar essa ação em *atenção*.

Diferentemente de B1 e como podemos observar no trecho destacado da figura 10, o pesquisador descreve que o restante da turma aparentava estar disperso por não encontrarem uma maneira de resolver o problema. A partir dessa descrição, não podemos confirmar nem negar que esse restante da turma estava direcionando a *atenção* para a atividade e nem se estavam interagindo entre eles por não termos um detalhamento.

Além disso, percebemos que o pesquisador parece estimular a liberdade e a criatividade de B1 ao indagá-lo sobre como resolverá o problema e, com a resposta de B1, o pesquisador solicita que desenvolvesse a ideia, como se estivesse estimulando o aluno a ter segurança em seu processo de resolução. Com isso, podemos categorizar essas ações em: 1) *autonomia*: por parecer respeitar a forma e o direcionamento que B1 utiliza para resolver o problema; 2) *criatividade*: por relacionar a problemática com um conteúdo matemático e; 3) *confiança*: por incentivar o aluno a seguir seu próprio caminho.

No parágrafo seguinte, que podemos observar na figura 11, vemos uma preocupação com a autonomia e a criatividade dos alunos pelo pesquisador.

Figura 11 – Quarto parágrafo da página 70 da dissertação de Ovando Neto.

Também ficamos nervosos, pois este tipo de atividade também era uma experiência nova para nós. Como professores, temos a necessidade em mostrar aos alunos como fazer, o que percebemos ser um vício em nossa prática uma vez que isso não permite que o aluno tenha tempo de pensar e formular estratégias diante de um problema, e isso pode estar relacionado à ansiedade do professor em “ensinar respostas” e não desenvolver posturas investigativas com os alunos na justificativa das aulas não apresentarem tempo suficiente para explorar melhor outras possibilidades.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 70).

O pesquisador relata que o professor tem uma ansiedade de “ensinar respostas” para os alunos e não os instigam a pensar e/ou formular estratégias para resolver. Isso evidencia uma preocupação tanto com a autonomia dos alunos quanto na criatividade deles no processo de desenvolvimento da atividade, tanto que o pesquisador faz uma mediação para auxiliar os demais alunos a pensarem, conforme figura 12 abaixo.

Figura 12 – Primeiro parágrafo da página 71 da dissertação de Ovando Neto.



Questionamos os alunos sobre o que era necessário para organizar os dados de uma maneira geral considerando as respostas dos questionários. Disseram-nos que era necessário contar a quantidade de pessoas que respondeu cada item de cada pergunta do questionário, para assim montar uma tabela com todas as respostas. Com isso, entregamos quatro questionários em cada grupo para que pudéssemos apurar os dados destes na lousa. Após a contagem, os alunos organizaram os dados pela ordem das perguntas, indicando a quantidade de respostas de cada item, conforme mostramos na figura 4.2.

Fonte: Adaptado de Ovando Neto (2019, p. 71).

No trecho grifado da figura 12, percebemos que o pesquisador incentiva os alunos a terem ideias para resolver a atividade e, obteve como retorno, a proposta de quantificar as respostas do questionário em itens. Com isso, além de tentar promover a autonomia e a criatividade ao incentivar os alunos a ter alguma ideia, interpretamos que o pesquisador também tenta proporcionar associações.

Essa tentativa do pesquisador de proporcionar associações é interpretada a partir da descrição do estímulo que ele realizou para a ampliação (mais relações) do que fazer com esses dados numéricos (conhecimento). Além disso, podemos considerar que a relação numérica entre a quantidade de respostas dos alunos para cada item do questionário pode ser considerada como *significado*, já que cada valor quantitativo (conteúdo) está representando a respostas dos alunos com o questionário (vivência) (COSENZA; GUERRA, 2011).

E, ainda, é possível interpretarmos que os alunos poderiam estar direcionando o foco (*atenção*) para o desenvolvimento da atividade, pois as respostas dadas pelos alunos condizem com a pergunta do professor.

Na figura 13, o autor descreve que o grupo 1 queria elaborar um gráfico de linhas.

Figura 13 – Terceiro parágrafo da página 71 da dissertação de Ovando Neto.

Percebemos que eles estavam tentando construir um gráfico. Questionamos de qual tipo era, então responderam que se tratava de um gráfico de linhas. Diante disso tivemos o seguinte diálogo:

P: Quais dados vocês estão utilizando para a construção do gráfico?
 B1: "estamos querendo jogar os números e somar aqui",
 P: "Por que estão fazendo isso?".
 B1: "Porque estamos tentando montar ele no plano cartesiano".

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 71).

No diálogo transcrito pelo pesquisador na figura 13, há uma tentativa dele em fazer os alunos argumentarem as suas estratégias ("Quais dados vocês estão utilizando para a construção do gráfico?") junto com uma criticidade sobre os procedimentos adotados por eles ("Por que



estão fazendo isso?”), ou seja, indícios que o pesquisador estava estimulando a *autonomia*, a *críticidade* e a *argumentação*. A *autonomia* porque os alunos estavam “livres” para escolherem o processo de resolução; *críticidade* porque incentivou os alunos a compreenderem o motivo de usarem aquelas estratégias e; *argumentação* porque incitou a defenderem a sua estratégia.

Já as respostas transcritas de B1 são indicadores de que ele estava elaborando estratégias para a resolução (“estamos querendo jogar os números e somar aqui” e “Porque estamos tentando montar ele no plano cartesiano”), ou seja, elaborava relações dos dados quantitativos com uma representação gráfica, especificamente o gráfico de linhas, possibilitando classificarmos essa ação na *associação de informações*. Com essas falas de B1, podemos interpretar como possíveis indícios de *autonomia*, *criatividade* e *argumentação* que o pesquisador estava tentando fornecer.

Contudo, quando o pesquisador questiona o motivo de escolherem o gráfico de linhas, obtém a seguinte resposta (figura 14, trecho destacado):

Figura 14 – Primeiro parágrafo da página 72 da dissertação de Ovando Neto.

Perguntamos qual o motivo de escolherem construir um gráfico de linhas para apresentar os dados e eles não souberam responder. Diante da situação, o aluno B2 falou: “vamos fazer por porcentagem, é mais fácil”. Questionamos novamente o porquê de ser mais fácil, B2 nos respondeu: “‘tipo assim’, vinte pessoas participaram. ‘Ai’ daquelas vinte, ‘tipo’, zero ‘falou’ ‘a’, ou seja, desses vinte ninguém falou ‘a’. ‘Ai tipo assim’, nove pessoas ‘falou a’, ‘ai’ como eu posso falar nove por cento de vinte?”, o aluno B3 complementou: “vinte é cem por cento, mas nove alunos não é nove por cento”. Esperamos um momento, em silêncio, enquanto dávamos tempo para que pensassem sobre o que haviam falado. Eles olhavam para o papel analisando os dados.

Fonte: Adaptado de Ovando Neto (2019, p. 72).

Por meio do que o autor descreveu, podemos observar que os alunos não sabem o porquê de utilizarem o gráfico de linhas, isto é, não possuem um entendimento sobre o uso deste gráfico e/ou de quando utilizá-lo, apenas sabem da existência e da correlação com dados quantitativos. Com isso, nos permite supor que talvez o gráfico de linhas não possua uma relação com uma prática ou uma experiência que justifique a sua utilização e, por consequência, tenha um *significado* (COSENZA; GUERRA, 2011).

Com essa nossa interpretação, podemos considerar que a relação entre os dados quantitativos com o gráfico de linhas pode ser uma *associação de informações* para esse grupo de alunos, já que sabem de uma possibilidade de uma correlação, mas desconhecem um contexto para se utilizar ela.



Essa categorização do conhecimento do grupo nos parece ser diferente da representação em porcentagem para B2, já que ele afirma ser “mais fácil”, como podemos observar nos trechos não destacados da figura 14. Nesses trechos, podemos interpretar que B2 possui um *significado* sobre porcentagem, porém não parece compreender/saber profundamente sobre o processo de relações entre quantidade e suas respectivas porcentagens. Essa interpretação se decorre após o pesquisador questioná-lo sobre o porquê porcentagem é mais fácil e ele, B2, não justifica claramente, recorrendo a uma relação – zero de vinte pessoas é 0% – com o intuito de explicar seu raciocínio, porém ele questiona se nove de vinte pessoas são 9%.

Ao perceber essa dúvida de B2, B3 o auxilia ao afirmar que vinte pessoas equivalem a 100% e corrige o colega ao dizer que 9% de vinte não é igual a nove, com isso, permite-nos interpretar que B3 também possui um *significado* sobre porcentagem e, assim como B2, também não possui uma compreensão aprofundada referente ao processo de transformar quantidade de um conjunto em porcentagem. Essa interpretação se baseia no momento de silêncio do grupo, já que B3 não respondeu o colega sobre como encontrar a porcentagem de nove pessoas de vinte e/ou nem informou tal valor. Em relação aos alunos B1 e B4, nada podemos inferir acerca do conhecimento de porcentagem, porque não foi descrito nenhuma contribuição deles nesse pensamento.

E podemos observar uma *microinteração* entre B3 e B2, mesmo que brevemente, com o intuito de auxiliar/corriger (n) o pensamento do companheiro de grupo, o que pode ser considerado como uma *associação de informações*, pois foi associação que nove pessoas de vinte não equivalem 9%. Se B3 explicasse a B2 o porquê estava errado, poderíamos considerar essa correção como *significado*, já que pelo erro (vivência) de B2 seria relacionado com um procedimento matemático de cálculo de porcentagem (conteúdo).

Devido a essa situação envolvendo porcentagem, percebemos a necessidade de o professor realizar intervenções/indagações com o intuito de estimular os alunos a criarem ou estabelecerem relações entre os conteúdos matemáticos e/ou entre esses e uma vivência ou realidade. Essas relações podem auxiliar no entendimento de um conteúdo e fornecer justificativas para o uso dele em determinadas ocasiões, criando assim um *significado* para e ao aprendê-lo (COSENZA; GUERRA, 2011), caso contrário, os alunos podem apenas repetir este ou aquele conhecimento para verificar se “sairão do lugar”, sem saber o porquê utilizam tais saberes.

Além disso, ao estimular os alunos a criarem ou estabelecerem relações com o conteúdo, o professor também pode estar estimulando a *criatividade*, a *crítica* e a *argumentação*. Ao estabelecerem relações [*criatividade*], os alunos devem analisar se condiz ou não com um



procedimento adequado para resolver o problema [*críticidade*] e devem apresentar os pontos que corroboram ou discordam da utilização desse procedimento [*argumentação*].

Ao retornarmos ao contexto da figura 14, podemos observamos algumas categorias das características da Modelagem Matemática proporcionada ora pela atividade ora pelo incentivo do pesquisador, são elas: *autonomia*, já que os alunos tiveram liberdade em modificar a forma de representação dos dados (gráfico de linhas para porcentagem); *criatividade*, por modificarem a representação; *críticidade*, ao analisarem os cálculos e identificar os equívocos; *argumentação* por justificar os erros presentes; *microinteração*, pelas interações entre B3 e B2 e; em certa medida, *diversidade de encaminhamentos* pela possibilidade de representar os dados quantitativos graficamente e/ou em porcentagem exposta pelos alunos.

Feitas essas análises, retornamos ao texto de Ovando Neto. Após alguns minutos de reflexão, B2 faz uma nova intervenção como observamos no trecho presente na figura 15.

Figura 15 – Segundo parágrafo da página 72 da dissertação de Ovando Neto.

Após alguns instantes, B2 respondeu que a porcentagem referente a 9 pessoas era metade, mas rapidamente se corrigiu e falou que nove seria a metade se dezoito fosse cem por cento. Neste momento, percebemos que os alunos estavam tentando calcular o valor mentalmente, então os questionamos como poderiam encontrar esta porcentagem.

Fonte: Adaptado de Ovando Neto (2019, p. 72).

O aluno B2 parece encontrar/lembrar de alguma relação equivalente entre a quantidade de pessoas e a porcentagem, mas ainda comete equívocos de equivalência como podemos observar pela afirmação de que nove pessoas é metade de vinte (direcionando-nos a entender que ele se refere a 50% das pessoas) e depois corrige-se dizendo que nove é metade de dezoito, mas dezoito não corresponde a 100%. O que pode ser interpretado como uma tentativa de resgate (lembrança)/atribuição de um *significado* para a relação entre quantidade e porcentagem. Essa tentativa de resgate/atribuição é entendida como *significado*, pois nos parece que B2 realiza relações entre os dados quantitativos e percentuais (conteúdos) e as testa confrontando com outros dados matemáticos (vivência).

Essa inferência corrobora com a nossa interpretação de que B2 não possui uma compreensão aprofundada acerca do processo de transformar dados numéricos em dados percentuais, já que ele possui certa dificuldade em estabelecer uma relação. Entretanto, essa tentativa de B2 pode ser considerada como uma forma dele construir uma relação entre dados quantitativos e dados percentuais com outros conhecimentos que possuem *significado* a ele – como 0% e 100% e, talvez por saber a relação desses valores, julga a porcentagem um processo/conteúdo “mais fácil”.



É importante evidenciarmos o papel do pesquisador em esperar o “tempo” dos alunos para encontrarem as respostas e orientá-los quando estão “travados”, como podemos perceber quando o pesquisador questiona-os sobre como encontrar a porcentagem. Esse questionamento influencia B1 e B4 a respondem, de maneira similar a intuitiva, que a divisão é um possível caminho para encontrarem o valor em porcentagem, como podemos observar na figura 16.

Figura 16 – Terceiro parágrafo da página 72 da dissertação de Ovando Neto.

Os alunos B1 e B4 consideraram a divisão como uma forma de encontrar a porcentagem, concordamos com eles que se tratava de uma divisão também, pois a porcentagem representa uma divisão. Diante disso, questionamos como poderíamos chegar ao percentual de 9 pessoas daquela turma. O aluno B2 respondeu: “*multiplica cruzado*”, o questionamos sobre o que significava e ele respondeu “*aí eu esqueci*”. Pedimos para que ele fizesse do jeito que sabia, sem precisar explicar. O registro do cálculo feito pelo aluno B2 está explicitado na figura 4.3.

Fonte: Adaptado de Ovando Neto (2019, p. 72).

A par dessa descrição do pesquisador, podemos interpretar que B2 parece possuir o conhecimento de “multiplicar cruzado”, tanto que ele realiza o cálculo, mas não é possível verificarmos se possui uma justificativa para realizar esse procedimento já que ele esqueceu. Neste contexto, há algumas suposições que nos parecem razoáveis de se pensar: (1) B2 não possui um conhecimento aprofundado sobre esse procedimento ou (2) desconhece contextos (vivências) para utilizá-lo ou (3) possui tanto o conhecimento quanto o contexto, mas a lembrança desse procedimento pode ter sido inconsciente, isto é, sem que tenha um raciocínio que justifique por que ele pensou isso.

Dada as possibilidades distintas que supomos no parágrafo anterior, elas se encaminham para classificações diferentes, ou como *associação de informações* ou como *significado*. Entretanto, não conseguimos identificar e por consequência categorizar se a utilização a “multiplicação cruzada” para encontrar dados percentuais de dados quantitativos trata-se de uma *associação* ou de um *significado* devido à falta de justificativa de B2.

E, ainda sobre essa relação entre a “multiplicação cruzada” e a obtenção de dados percentuais a partir de dados quantitativos, podemos considerá-la como uma ação criativa de B2, o que nos permite categorizá-la em *criatividade*.

Aliás, o conhecimento de B2 sobre esse procedimento matemático pode ser considerado como *significado*, pois seu nome (“multiplicação cruzada”) parece se remeter ao próprio procedimento (que pode entendido como frações equivalentes ou regra de 3 ou equação de 1º grau), como podemos observar na figura 17. Aliás, podemos interpretar como um possível



reforço na relação entre o cálculo de “multiplicar cruzado” e seu nome, o que nos permite categorizar como uma *repetição de informação*.

Figura 17 – Registro do cálculo feito pelo grupo 1 para encontrar a porcentagem referente a 9 alunos.

The image shows handwritten mathematical work on a piece of paper. On the left, the fraction $\frac{20}{9}$ is written and then crossed out with a large 'X'. To its right, the text '300%' is written above a variable 'x'. Further to the right, the equation $20x = 900$ is written, followed by $x = \frac{900}{20}$. On the far right, the result $x = 45$ is written inside a hand-drawn oval.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 72).

Além disso, ao descrever que dispensou o aluno a justificar o procedimento, nos parece que o pesquisador também prejudica duas ou três (categorias das) características da Modelagem Matemática no processo de aprendizagem: *críticidade*, *argumentação* e *reflexão*; mais um(a) ou dois(uas) (categorias dos) apontamentos das Neurociências: *significado*, *repetição* ou *associação*.

A *críticidade* é prejudicada porque B2 pode não saber o porquê utiliza o “multiplicar cruzado” apenas a sua aplicação, como supomos anteriormente, e, com isso, prejudica também a criação de *argumentações* que poderiam ajudá-lo na *críticidade* e, em certa medida, na *reflexão* sobre se esse método é o mais adequado para esse procedimento. Além de prejudicar *associações* e/ou *repetições* que ele, B2, poderia realizar com essas *argumentações* e, quiçá, construir/corroborar um *significado* à utilização desse procedimento – já que não podemos averiguar se B2 possui ou não significado para essa relação por ele alegar que esqueceu –.

Em contrapartida, o pesquisador estimula a *confiança* do B2 quando ele “autoriza-o” a fazer o cálculo sem necessitar da explicação, no intuito de verificar se esse procedimento levantado pelo aluno está correto. Entretanto, mesmo sem podermos interpretar se há ou não um significado para a utilização desse cálculo, o procedimento e/ou a resposta encontrada parecem possuir, como podemos observar na figura 18.

Figura 18 – Último parágrafo da página 72 da dissertação de Ovando Neto.

Perguntamos o que valor de “x” representava, responderam-nos que era a porcentagem de nove alunos da turma que responderam aquela questão. Diante disso, os alunos repetiram o processo para os demais itens do questionário conforme indicamos a figura 4.4.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 72-73).

Essa descrição do autor presente na figura 18, nos permite interpretar que os valores possuíam *significados* aos alunos, isto é, o valor representado por x indica o percentual dos nove alunos da turma que responderam aquela questão com aquele item (alternativa). Com



isso, podemos inferir que talvez todo o conhecimento que permeia “multiplicação cruzado” é significativo a esses alunos, o que pode permitir que eles *associem* essa informação utilizando-a em situações similares. Tanto que os alunos do grupo repetiram a operação de “multiplicação cruzada” para encontrar os demais valores percentuais da atividade, possibilitando categorizarmos esse reforço como uma *repetição de informações*.

Ademais, não temos indícios que os alunos saibam o porquê de eles utilizarem a “multiplicação cruzada” como procedimento matemático que transforma os dados quantitativos em percentuais. Mas temos indícios que eles interpretam os cálculos e os resultados advindos desse procedimento e que (B2 e B3) conhecem porcentagem, porém não sabemos se a relação entre o cálculo e essa necessidade de transformação são justificáveis e/ou lógicos.

Além disso, durante essa utilização da “multiplicação cruzada” podemos perceber algumas categorias do eixo das características da Modelagem: a *argumentação*, que se faz presente na justificativa do entendimento do resultado do cálculo utilizado; a *críticidade*, quando os alunos decidem ampliar esse procedimento matemático para resolver as outras transformações de dados numéricos em dados percentuais; a *confiança*, ao persistirem na ideia que tiveram derivada da; *autonomia*, na liberdade para escolherem os procedimentos que julgarem necessários.

Também podemos interpretar a *atenção* pelos integrantes desse grupo nesse processo de resolução, já que nos eles responderam condizentes com as perguntas do professor. E, após os alunos do grupo 1 encontrarem os valores percentuais da quantidade de respostas para cada item da pergunta um do questionário, eles decidiram construir um gráfico, como podemos observar na figura 19.

Figura 19 – Primeiro parágrafo da página 73 da dissertação de Ovando Neto.

O aluno B3 disse que com esses dados poderiam construir um gráfico de “bolinha” para representar a porcentagem da idade dos alunos que usam o narguilé, identificando a faixa etária de cada um. Explicamos que este era um gráfico de setores e questionamos aos alunos o porquê do nome setores. O aluno B3 nos respondeu que “*é porque cada fatia representa uma porcentagem*”. Perguntamos a eles se os valores encontrados eram suficientes para construir o gráfico. B2 disse que sim e, para justificar sua resposta, apontou com a régua no meio da circunferência desenhada no papel e afirmou “*‘tipo’, aqui é 50 por cento*”. Depois disso, dividiu essa metade em duas partes e disse “*aqui é 25 por cento*”. Explicamos que a relação dele não estava errada, pois a área do círculo estava sendo dividida em duas partes, uma parte representava metade do círculo, ou seja, 50 por cento; do mesmo modo que a figura dividida em 4 partes representava 25 por cento do círculo para cada parte.

Fonte: Adaptado de Ovando Neto (2019, p. 73).



A partir deste trecho descrito, podemos interpretar pela primeira frase uma relação entre o conteúdo matemático e a vivência de B3 quando ele se refere ao gráfico de setores como gráfico de “bolinha”, isto é, uma vivência/experiência de B3 (bola/bolinha) pode “justificar” o nome relacionado com ao gráfico de setores (conteúdo matemático) por causa de suas características, como pode ter acontecido com o cálculo “multiplicação cruzada”, então podemos classificar essa relação na categoria *significado* (COSENZA; GUERRA, 2011).

Em seguida, o pesquisador interferiu na proposta de B3 complementando que o nome “bolinha” se refere ao gráfico de setores. Neste caso, o pesquisador pode ter reforçado ou ter criado uma relação entre o nome gráfico de setores e a “bolinha” para B3, o que nos permite categorizar em *repetição* ou em *associação de informações*, respectivamente; mas nada podemos afirmar/supor sobre os demais membros do grupo 1.

O pesquisador ainda tentou ampliar a relação ao gráfico de setores ao questionar o grupo sobre o porquê desse nome, o que nos permite interpretar essa ação como sendo uma possível tentativa de gerar argumentos e criticidade nos alunos, algumas categorias das características da Modelagem. A *argumentação* por tentar conectar essas ideias e criar hipóteses e; a *criticidade* ao verificar se essas hipóteses fazem algum sentido no contexto.

Em resposta ao pesquisador sobre porque o gráfico de setores tem esse nome, é descrito que B3 o responde que é devido a possibilidade em dividir esse gráfico em “fatias” percentuais. Essa explicação de B3 nos direciona a compreender uma possível relação entre o gráfico de setores com um bolo ou com uma pizza (realidade) e cada parte deste gráfico (matemática), cada setor, pode ser compreendido como uma “fatia” desses alimentos (realidade). Neste contexto, podemos classificar esse saber como *significado*.

Além disso, é possível notarmos uma relação entre o conceito de porcentagem (conteúdo matemático) e as “fatias” do gráfico (conhecimento com significado = vivência de B3 + conteúdo matemático), entretanto, não sabemos se essa relação possui um *significado* ou se foi criada uma *associação entre as informações*, já que os alunos estavam falando sobre esse conteúdo anteriormente. Aliás, essa relação para B3, pode ter ampliado ou reforçado o conceito de porcentagem e que mesmo não sendo descrito podemos interpretar que, de alguma forma, a porcentagem pode estar relacionada com a parte de um todo.

Com essas respostas de B3, podemos interpretar que ele, ao relacionar o conteúdo matemático e a realidade, estava sendo criativo por utilizar essa relação para ampliar ou compreender o conteúdo matemático, assim, podemos classificar essa relação em *criatividade* e essa criação para ampliar ou compreender o conteúdo em *argumentação*. Ademais, podemos



afirmar que ele estava, de fato, direcionando sua *atenção* para a atividade de Modelagem neste momento.

É importante destacarmos que essas respostas de B3 foram estimuladas pela *microinteração* dele com o pesquisador, onde esse último possui um papel de instigar os alunos a pensarem ou refletirem sobre os procedimentos adotados por eles e, em alguns momentos, pode auxiliá-los em alguma compreensão do conteúdo, como a correção do nome de um tipo de gráfico por exemplo.

Após a resposta de B3 em que argumentava sobre a possibilidade de dividir o gráfico de setores em “fatias” percentuais, o pesquisador realizou uma nova intervenção ao questionar o grupo sobre a suficiência de construir esse gráfico tendo apenas as porcentagens dos dados. Neste momento, é descrito que B2 afirma que sim e argumenta desenhando um círculo em um papel, segmenta esse desenho em metades e as relaciona em porcentagens.

Isso nos remete a nossa interpretação inicial de que B2 possui uma familiaridade com porcentagem, em uma possível compreensão empírica desse conteúdo que se limita algumas representações percentuais, como 0%, 25%, 50% e 100%, conforme descrições do autor sobre o desenho de B2. Sendo assim, B2 reforça essa sua compreensão ao mostrá-la como uma resposta ao professor, com isso, podemos classificar as ações dele nas categorias: *criatividade* (relação entre desenho, divisão e porcentagem), *argumentação* (utiliza essa relação como argumento), *significado* (relacionamento causal entre desenho, divisão e porcentagem) e *repetição de informações* (reutilização sobre a compreensão de porcentagem).

O pesquisador intervém acrescentando algumas justificativas à ideia dos integrantes, B2 e B3, afirmando que as deduções deles estavam corretas e que se remetiam a área do círculo. Neste momento, podemos interpretar essa ação como (mais) uma *associação*, mas, dessa vez, com o auxílio do professor.

E, a par destas informações, podemos inferir que os alunos B2 e B3 estavam direcionando o foco deles para o desenvolvimento da atividade, o que nos permite categorizar essa ação como *atenção*. Ainda mais, devido essa descrição das ações desses alunos em realizar os cálculos, formular representações para responder o problema, podemos entender que esses alunos estavam engajados.

Esse engajamento em resolver a atividade, se aproxima do entendimento de Fonseca (2016) sobre motivação. Para esse autor, motivação é o entusiasmo para alcançar um objetivo, neste caso, resolver a atividade de Modelagem e, ainda, podemos dizer que essa motivação está relacionada às emoções positivas, já que está estimulando os alunos a buscarem uma resposta para o problema o que pode acarretar prazer durante o processo, exposto por Damásio (2000).



Consequentemente, podemos categorizar essa ação como *emoção positiva* e *motivação/interesse*, sendo a primeira categoria um dos apontamentos das Neurociências para aprendizagem e a segunda como uma característica da Modelagem Matemática.

E, devido a outra mudança de como representar os dados do questionário (de dados percentuais para dados percentuais no gráfico de setores), podemos interpretar como *diversidade de encaminhamentos* e essa liberdade na escolha de como representar os dados pode ser entendida como *autonomia*.

Dando sequência à nossa análise, trazemos um excerto no qual pesquisador faz um questionamento aos alunos com o intuito de orientá-los para um processo de reflexão, como podemos observar na figura 20.

Figura 20 – Primeiro parágrafo da página 74 da dissertação de Ovando Neto.

Diante disso, questionamos como seria possível representar no círculo um valor diferente desses, por exemplo, o de 9 por cento, de modo que encontrássemos o lugar correto para particionar o gráfico. Perguntamos: “você concorda que existe uma relação para construir esse gráfico além da porcentagem?”. Os alunos perguntaram qual relação, respondemos: “observa isso que você representaram no círculo, essa metade representa 50 por cento do círculo, não é mesmo? 50 por cento de um círculo têm quantos...”. Percebemos que estávamos prestes a dar a informação necessária para elaborar o gráfico, justamente o que gostaríamos de construir com os alunos. É muito difícil responder uma questão com outra questão, visto que estamos acostumados a perguntar e em seguida responder.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 74).

A intervenção do pesquisador em questionar como representar 9% no gráfico de setores pode ser interpretada como uma tentativa de ampliar o conhecimento dos alunos. Entretanto, o pesquisador por pouco não respeitou o “tempo” dos alunos para refletirem, pensarem ou criarem uma resposta, como ele mesmo afirma que estava “prestes a dar” a informação que responderia à pergunta dele.

Com essa ação, deixamos uma reflexão sobre ser possível traçarmos uma margem entre a mediação e a “perda” da autonomia junto com a criatividade a cada intervenção feita por nós, professores, mesmo se for com o intuito de auxiliar os alunos.

Ao retornarmos à intervenção do pesquisador, ele parece incentivar os alunos a criarem ou relembrem uma relação entre os 50% do círculo a 180° (como vimos na figura 20), isto é, relacionar porcentagem e graus, podemos considerar essa relação como uma *associação de informações*.



Aliás, podemos interpretar essa interrupção na pergunta do pesquisador antes de complementar com a palavra “graus” como uma dica para os alunos criarem ou lembrarem uma relação entre porcentagem e graus. Importante salientar que foi essa dica foi sem intenção de fazer e que parece partir da premissa que os alunos sabem o conteúdo de ângulos. E, na figura 21, podemos observar que o autor afirma que continuou questionando sobre relações entre graus e porcentagens.

Figura 21 – Segundo parágrafo da página 74 da dissertação de Ovando Neto.

Seguimos com os questionamentos sobre quais outras relações poderiam estar presentes além da porcentagem. Recebemos a resposta de B4: “180”. Perguntamos o que significava o 180, mas o aluno não conseguia lembrar a relação de ângulos presente na circunferência. Perguntamos sobre a unidade de medida do comprimento da circunferência, e recebemos a resposta de B3: “360”, questionamos novamente “360 o que?”, então B1 complementou “graus”.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 74).

Este excerto presente na figura 21 inicia-se com o autor afirmando que realizou outros questionamentos, mas não sabemos se essas outras questões possuem alguma dica ou palavra-chave que direcionassem os alunos a pensarem em uma relação entre porcentagem e ângulos. Com isso, não conseguimos identificar se a resposta de B4, em que afirma que a relação entre porcentagem e a metade do círculo é 180, foi influenciada pela intervenção anterior (figura 20) ou pelos outros questionamentos realizados (figura 21) realizados pelo pesquisador ou se foi uma relação feita pelo próprio aluno.

Se as intervenções do pesquisador influenciaram B4, então podemos considerar que talvez o autor possa ter diminuído a *autonomia* do grupo ao realizar a atividade já que parece direcionar o grupo para uma resolução que ou pensou que o grupo chegaria ou que seria adequada naquela situação a ele. Essa nossa interpretação se baseia na sugestão que B2 havia destacada anteriormente, segmentar a circunferência e encontrar a sua respectiva porcentagem, o que poderia ser suficiente para construir o gráfico de setores.

Com isso, retomamos a reflexão do limite entre a mediação do professor e a autonomia mais a criatividade do aluno. Quando o pesquisador pergunta a medida de comprimento da circunferência¹⁷ aos alunos (trecho destacado na figura 21), ele está direcionando o grupo a

17 Salientamos que a unidade de comprimento de uma circunferência se refere às medidas de comprimento como centímetro, metro, quilômetro entre outros. Graus, valor que o pesquisador deseja que os alunos encontrem, se refere à uma fração de uma circunferência que foi dividida em 360 partes iguais (PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA OBMEP, 2015).



realizarem cálculos que ele, pesquisador, julga como necessários para a resolução do problema feito por ele (como representar 9% no círculo).

Isto é, com o problema de representar o 9% no círculo feito pelo pesquisador, percebemos a possibilidade de dois encaminhamentos: 1) o encaminhamento que o pesquisador está mediando (encontrar a relação entre porcentagem e graus) e; 2) o encaminhamento prévio dos alunos, particularmente de B2 (segmentar o círculo em porcentagens). Ambas as formas estão corretas, mas o pesquisador, na tentativa de auxiliar os alunos a resolverem a atividade, os direcionou a um possível encaminhamento dele de resolução. Por isso, classificaremos esse direcionamento de ação como não-autônoma e não-criativa devido a intervenção do pesquisador no processo de resolução, mesmo que o intuito dela fosse para a aprendizagem dos alunos.

Aliás, B4 responde que a relação da metade do círculo equivale a 180, porém não lembrou que esse 180 é em graus, por isso, não sabemos se esse conhecimento possui *significado* ou se é uma *associação de informações*. O mesmo pode ser considerado a resposta de B3 ao pesquisador em que afirma que 360 é a unidade de comprimento de uma circunferência, mas antes de complementar sua resposta B1 o interrompe afirmando se tratar de graus.

E, ainda na figura 21, percebemos que há uma *microinteração* considerada a partir dos diálogos entre o pesquisador e alunos que, aliás, estão direcionando o foco para resolver essa atividade, o que nos permite categorizar em *atenção*.

Quando direcionados a utilizarem graus para realizarem a atividade, o pesquisador faz o seguinte registro (figura 22):

Figura 22 – Terceiro e quarto parágrafo da página 74 da dissertação de Ovando Neto.

Outros comentários surgiram, tais como: “*ai, vamos ter que olhar o grau, isso é muito difícil*”. Além disso, justificaram que não ia dar tempo de construir gráficos para representar todo o questionário, então pedimos para que eles representassem primeiramente o que remetia as idades dos alunos, pois eles já haviam encontrado a porcentagem destes a partir dos dados.

Os alunos apresentaram dificuldade em relacionar a proporção dos graus com a porcentagem da área do círculo. Diante disso intervimos apontando a metade do círculo e perguntando quantos graus havia no semicírculo representado. Nos responderam que eram 180 graus. Questionamos: “*então, 100 por cento equivale a?*”, e apenas B1 respondeu 360 graus. Deste modo, com a régua dividindo a figura, fomos questionando sucessivamente quantos graus equivalia a 25 por cento e 45. Os alunos fizeram “cruzado” remetendo-se a regra de três como mostra a figura 4.5.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 74).



Com o comentário de que trabalhar com graus é mais difícil, podemos supor que os alunos podem achar trabalhoso ou cansativo calcular as relações entre graus e porcentagens, com isso, podemos interpretar que o conteúdo de ângulos foi aprendido pelos alunos, mas não são utilizados com frequência (são poucos *repetidos*) o que não possibilita aos alunos uma realização de *associações* que diminuam o trabalho ou o cansaço gerado por esses cálculos. Além disso, podemos estipular também que tanto o trabalho quanto o cansaço podem estar relacionados a um a um “desgaste” emocional no desenvolvimento desses cálculos, o que provoca um desencorajamento ou desmotivação, conforme aponta Goleman (2012), que pode ser interpretado e categorizado como uma *emoção negativa prejudicial*.

Em seguida, Ovando Neto (2019) descreve que os alunos afirmam que pode não haver tempo hábil para realizar todos os cálculos para elaborar gráficos das demais questões do questionário. Dada essa argumentação dos alunos, o pesquisador simplificou a atividade para a representação gráfica apenas da questão 1. Evidenciando uma *argumentação* por parte dos alunos e uma *reflexão* por parte do pesquisador.

Posteriormente, o pesquisador descreve que os alunos apresentaram dificuldade em relacionar a proporção entre graus e porcentagem da fração de uma circunferência¹⁸, isso pode ter decorrido por não haver um porquê a ser feito (*significado*) aos alunos e/ou não possuem o hábito (*repetição do procedimento*) ou relações (*associações*) que facilitem esses cálculos.

Essa dificuldade dos alunos nos cálculos fez o pesquisador realizar intervenções que estimulassem a eles criações/lembança de relações entre graus e porcentagem. Tais intervenções eram perguntas que nos parecem perguntas que “soam” como dicas para auxiliar no raciocínio, por isso, nos referiremos a esse tipo de pergunta como perguntas-dicas.

Com essas perguntas-dicas, podemos interpretar que os alunos repetiram a relação entre porcentagem e graus – 50% equivale 180°, 100% equivale 360°, por exemplo. Neste sentido, podemos categorizar a reutilização dessa relação como *repetição de informações* e a própria relação como *associação de informações*.

Essa relação é classificada como uma *associação de informações* e não como *significado* por não haver uma possibilidade ou indícios em outros trechos que, para nós, corroborem com uma possível interpretação e/ou suposição de causalidade e/ou uma justificativa da relação entre porcentagem e graus.

18 No texto, o autor descreve que é uma relação proporcional entre a porcentagem da área do círculo e graus, o que não é o caso.



Ao final do auxílio do pesquisador, os alunos conseguiram cogitar que o procedimento da “multiplicação cruzada”, que neste momento do texto o pesquisador apenas descreve como “cruzado”, pudesse ajudá-los. É importante salientar que o pesquisador associa esse cálculo com a regra de três, entretanto, não há indícios de que ele faz essa relação aos alunos nem que os próprios alunos fazem essa relação nominal.

A reutilização do procedimento “multiplicação cruzada” para relacionar graus e porcentagem, podemos considerar como uma ampliação do uso desse procedimento em outro contexto, sendo assim, podemos categorizar a reutilização e a ampliação da “multiplicação cruzada” como *repetição* e *associação de informações* respectivamente.

Aliás, ressaltamos que a interação presente entre pesquisador e grupo é considerada como *microinteração* e, com essa interação, podemos considerar que há um direcionamento de foco dos alunos para o desenvolvimento da atividade o que permite-nos categorizar essa ação em *atenção*.

Após essa microinteração percebida por nós, o autor direciona alguns parágrafos para relacionar os acontecimentos na atividade descritos até esse momento com as competências curriculares do Mato Grosso do Sul – objetivo de sua dissertação. E, ao voltar a descrever sobre a atividade, ele pontua (figura 23):

Figura 23 – Primeiro parágrafo da página 76 da dissertação de Ovando Neto.

Com o adiantamento da aula, os membros do grupo 1 e os demais grupos se mostraram apressados e preocupados, pois não seria possível construir todos os gráficos que planejavam fazer, então sugerimos que construíssem o gráfico de setores de forma que pudéssemos discutir com a turma a representação dos dados do questionário daquela maneira. Diante disso, também ficamos ansiosos e percebemos ao conversar com o professor da turma que ele também estava preocupado com o desenvolvimento da atividade e isso nos deixou apreensivos. Mas prosseguimos a atividade na tentativa de validar pelo menos algum modelo matemático com a turma toda.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 76).

Com as descrições da figura 23, podemos pontuar algumas ações: 1) alunos apressados e preocupados; 2) simplificação na atividade e; 3) apreensão do pesquisador. Os pontos 1 e 2 já haviam sido levantados pelo pesquisador em outro momento, contudo, o reaparecimento desses pontos nos direciona a interpretar que os alunos começam a se interessar mais em ir para casa¹⁹ do que a própria atividade. O pesquisador para contornar esse possível desinteresse reafirma a diminuição na atividade proposta por eles para tentar motivá-los. Essa interpretação

¹⁹ Relembrando que são alunos do turno noturno.



dos pontos 1 e 2 já eram considerados em alguns momentos da figura 22, entretanto, não tivemos dados que corroborassem com ela até a reafirmação deles na figura 23.

Já o ponto 3 (trecho destacado na figura 23), a apreensão do pesquisador, demonstra que ele está emocionalmente afetado o que implica em uma consequência da Modelagem Matemática que abordaremos detalhadamente em um momento posterior.

Nos afastando desses pontos e voltando a análise da atividade da dissertação, o autor descreve a dificuldade dos alunos em manusear o transferidor, conforme podemos observar na figura 24.

Figura 24 – Segundo e terceiro parágrafo da página 46 da dissertação de Ovando Neto.

Mesmo apresentando dificuldades em manusear o transferidor e a preocupação com o horário, todos os alunos da turma conseguiram construir um gráfico, no caso, o modelo matemático para representar a porcentagem referente à faixa etária dos alunos da sala.

Explicamos para a turma que precisava posicionar o centro do transferidor mais próximo ao centro da circunferência para que o desenho ficasse mais preciso, uma vez que alguns grupos, inclusive o grupo 1, estavam errando tal posicionamento, como mostra a figura 4.8.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 76).

Como podemos observar na figura 24, os alunos fizeram a atividade simplificada e o pesquisador utilizou do erro deles para corrigi-los sobre o posicionamento correto do transferidor. Essa relação pode implicar em uma *associação de informações* aos alunos mesmo se considerarmos a vivência dos alunos (erro no manuseio do transferidor) com o conteúdo (correção de como usar a ferramenta) e se o pesquisador tivesse apresentado o porquê se deve posicionar o transferidor no centro para que o desenho fique “certo” implicaria em uma possível criação de *significado*. Todavia, podemos considerar a apreensão do pesquisador e o apressamento dos alunos em finalizar a atividade como um fator decisivo nessa abordagem.

Ademais, podemos inferir que a ação de corrigir os alunos pode ter gerado uma *reflexão* sobre o conteúdo matemático, mais especificamente, sobre como posicionar o transferidor. Além da *autonomia* percebida pela liberdade de errar sem antes ser corrigido ou sem ser julgado pelo erro.

Em seguida, Ovando Neto inicia a descrição do processo de validação e, antes de adentrarmos nesse processo, vamos sintetizar algumas observações, interpretações e inferências nossas na tabela 3.

Tabela 3 – Síntese das interpretações do processo de construção da atividade de Ovando Neto.

CATEGORIA	FATOR DESENCADEADOR	CONSEQUÊNCIA	CATEGORIA RESULTANTE
-----------	------------------------	--------------	-------------------------



...	Foco na resolução da atividade	Participações condizentes com o contexto	Atenção
Microinteração	Intervenções do pesquisador	Relações e inferências criadas pelos alunos	Autonomia
			Significado* Associação*
			Repetição Associação Reflexão Críticidade Criatividade (Auto)confiança Argumentação Autonomia
			Diversidade de encaminhamentos Criatividade Argumentação Críticidade Reflexão
Repetição + Associação	Relações entre procedimentos, formas de apresentar a resposta	Processo de desenvolvimento da atividade	Repetição Associação Criatividade Argumentação Críticidade Reflexão
Diversidade de encaminhamentos	Outras formas para apresentar a resposta	Relações entre as formas de apresentar a resposta	Repetição Associação Criatividade Argumentação Críticidade Reflexão
Autonomia + Confiança	Liberdade e seguros dos procedimentos adotados	Trocam, exploram e justificam os caminhos realizados	Repetição Associação Diversidade de encaminhamentos
Emoção positiva	Engajamento dos alunos em desenvolver a atividade	Resolução da atividade de Modelagem	Motivação/interesse
Relação com outras áreas do conhecimento	Matemática + Saúde	Dados matemáticos possuem vínculo no empírico	Significado*

Fonte: Autores (2020).

Nota:

* Podemos supor em determinadas situações.

Na tabela 3, temos o mesmo contexto da tabela 2: na primeira coluna categorias observadas por nós nos contextos apresentados na segunda coluna, em seguida, na terceira coluna temos as consequências advindas da segunda coluna e na quarta colunas as categorias que percebemos resultantes da coluna três. As cores presentes na tabela significam: vermelho = evitou; verde = propiciou; amarelo = sem relação direta e; cinza = forneceu indícios das demais cores.



Novamente, nós percebemos a *atenção* em todo o processo de construção de uma resposta nessa atividade de Modelagem Matemática. Aliás, durante grande parte desse processo, observamos mais *microinterações* entre alguns alunos e o pesquisador do que entre os próprios alunos, o que pode ter acarretado a perda de *autonomia* pelos alunos em alguns momentos (por isso, temos esse dado tanto em verde quanto em vermelho na tabela) e direcionado eles a resolverem a atividade por um caminho idealizado pelo pesquisador.

Também podemos perceber durante a *microinteração* como os conhecimentos foram aprendidos pelos alunos, isto é, se a relação desses conhecimentos possui um *significado* ou se foi apenas uma *associação*. Dessa forma, o professor pode intervir para ampliar esses conhecimentos, como fez Ovando Neto em algumas situações, como na relação nominal do gráfico de setores.

E, durante a *microinteração* podemos observar que há um estímulo, ora do professor ora dos alunos, de *repetição* e *associação de informações* enquanto os alunos descrevem, justificam, elaboram, utilizam procedimentos ou conteúdos matemáticos, como a “multiplicação cruzada” e o conceito do gráfico de setores. Destacamos as intervenções do professor para propiciar e estimular categorias como: *(auto)confiança* nos alunos em desenvolver seus próprios caminhos; *críticidade* ao questionar o porquê de alguns procedimentos e/ou conteúdos matemáticos; *criatividade* e; *argumentação* ao propor e questionar relações entre cálculos e conhecimentos, respectivamente, e; *reflexão* ao fazê-los analisar o próprio erro.

Aliás, algumas categorias foram observadas em conjunto ora dentro da *microinteração* ora durante o desenvolvimento da atividade, como a *diversidade de encaminhamentos* com as categorias *relação com outras áreas do conhecimento*, *críticidade*, *criatividade*, *argumentação*, *reflexão*, *repetição* e *associação de informações*. Assim como, com as *repetição e associação de informações* podem aparecer em conjunto com as mesmas categorias citadas anteriormente. Devido essas categorias serem observadas em conjunto pode indicar uma possível relação de influência entre elas.

Durante a mudança dos dados percentuais para a representação gráfica setorial, percebemos uma *autonomia* e *confiança*, particularmente de B2, sobre o encaminhamento proposto. O que nos permitiu observar outras categorias que podem ter advindo dessa junto de autonomia e confiança e que já foram explanadas no parágrafo anterior como resultados da *diversidade de encaminhamentos*.



Por fim, também observamos que os alunos parecem estar engajados em desenvolver a atividade de Modelagem, o que nos permite considerar como *motivados/interessados*, o que pode proporcionar uma *emoção positiva* resultante de um prazer em desenvolver a atividade.

E, também, podemos interpretar que a relação entre Matemática e área da Saúde pode ser considerada como *relação com outras áreas do conhecimento* e que pode promover um *significado* aos dados matemáticos, mas não encontramos indícios de que elas se relacionam.

5.1.3 Validação

Após a explicação do uso do transferidor, o pesquisador convidou B1 para explicar o raciocínio do grupo 1 para representar os dados referentes a primeira pergunta, como podemos observar na figura 25.

Figura 25 – Primeiro e segundo parágrafos da página 77 da dissertação de Ovando Neto.

A partir desta discussão, a aluna B1 foi para a lousa explicar para os colegas qual o raciocínio usado para representar os dados referente à primeira pergunta do questionário sobre qual a idade média dos usuários de narguilé naquela turma. A figura 4.9 mostra a solução do problema apresentado pela aluna para toda a turma.

Foram discutidos quais procedimentos e estratégias os alunos utilizaram para construir o gráfico. **Intervíamos quando necessário para ficar claro as relações apresentadas pelo grupo.** O modelo matemático apresentado, conforme mostra a figura 4.9, foi validado pela turma.

Fonte: Ovando Neto (2019, p. 77).

Ao solicitar que os alunos fossem apresentar as estratégias realizadas, o professor parece estimular, indiretamente, que eles tenham confiança no processo de resolução que fizeram, ou seja, uma *(auto)confiança*. Aliás, com a exposição de B1 sobre o processo feito pelo seu grupo à turma, podemos interpretar como uma *repetição de informações*.

Além disso, o primeiro parágrafo da figura 25, percebemos um equívoco ou da aluna ou do pesquisador sobre os dados da primeira pergunta do questionário. A primeira pergunta é “Qual sua idade?” e não necessariamente que sejam usuários de narguilé como sugere o texto. Neste contexto, se for equívoco da aluna ela pode: não ter compreendido a pergunta ocorrendo em uma relação errada dos dados com a questão (*associação de informações*) ou ter adquirido um sentido errado daquela questão (*significado*) ou devido a pressa em terminar a aula, houve uma tentativa de justificar os dados ou os falou erroneamente. Entretanto, se o equívoco for do pesquisador podemos inferir que possa ser um erro de interpretação no momento de digitar a dissertação.



Ao realizar essa ressalva, retornaremos às discussões dos procedimentos e estratégias explanadas pelos alunos. O pesquisador não detalha e nem cita os procedimentos descritos pelos alunos, mas afirma que interveio nas explicações para tornar mais claro os encaminhamentos dos alunos.

Novamente, percebemos uma tentativa de *associação* e/ou criação de *significado* entre as práticas dos alunos e a explicação do pesquisador (*macrointeração*) como podemos notar no trecho destacado da figura 25, entretanto, não podemos interpretar/supor situações devido ao não detalhamento do autor.

O pesquisador finalizou a atividade com essa explicação de B1 sobre as ações que seu grupo realizou e, em seguida, fez algumas observações sobre toda a atividade de Modelagem. E, antes de adentrarmos nessas considerações do autor junto com os nossos resultados, vamos sintetizar as possíveis relações que encontramos nesse processo de desenvolvimento da atividade de Modelagem na tabela 4.

Tabela 4 – Síntese das interpretações do processo de validação da atividade de Ovando Neto.

CATEGORIA	FATOR DESENCADEADOR	CONSEQUÊNCIA	CATEGORIA RESULTANTE
Microinteração	Incentivo para explicar os procedimentos pelo professor	Estímulo a segurança no que foi desenvolvimento pelos alunos	(Auto)confiança
Macrointeração	Explicação do grupo 1 sobre os procedimentos realizados à turma e ao pesquisador	Intervenção do professor em alguns momentos	Repetição
			Associação* Significado*

Fonte: Autores (2020).

Nota:

* Podemos supor em determinadas situações.

Mesmo que o pesquisador não tenha detalhado esse processo da atividade de Modelagem proposta por ele, foi possível criarmos a tabela 4 no mesmo contexto das demais tabelas com essas poucas informações.

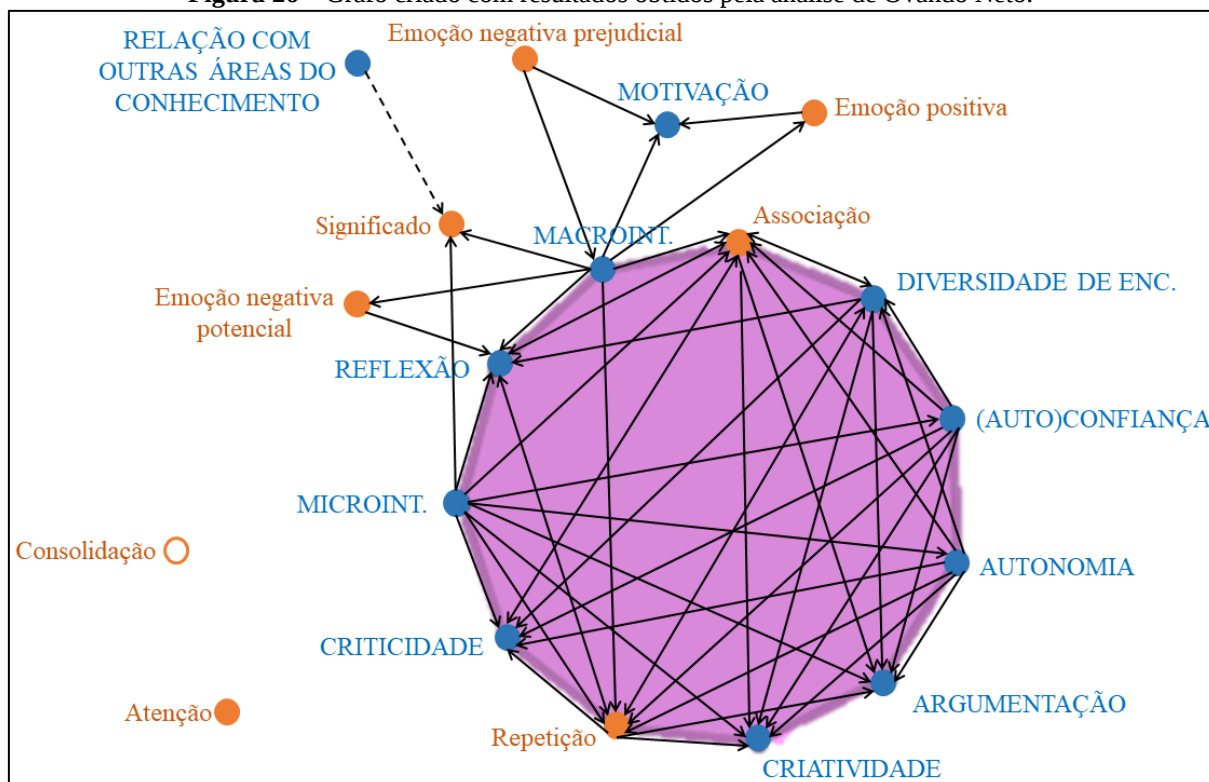
Iniciamos nossa tabela com a *(auto)confiança* que pode ter sido propiciada por um estímulo do professor ao grupo 1 para que apresentassem os procedimentos utilizados por ele à turma (*microinteração*). Já a *macrointeração*, perceptível pela descrição de que o trabalho foi apresentado à turma e que o professor interveio em alguns momentos, pode ter contribuído para a *repetição de informações* por meio da apresentação dos procedimentos. Aliás, devido à essa intervenção que o professor descreve que fez, podemos supor que ele possa ter propiciado uma *associação de informações* ou a atribuição de um *significado* nessas informações, embora o professor não tenha descrito detalhadamente.



5.1.4 Resultados

A par destas informações da atividade de Modelagem Matemática de Ovando Neto, percebemos alguns indícios de relações presentes entre categorias tanto das características de Modelagem quanto dos apontamentos das Neurociências e entre elas, conforme podemos observar na figura 26.

Figura 26 – Grafo criado com resultados obtidos pela análise de Ovando Neto.



Fonte: Adaptado de Graph Editor (2020).

A figura 26 possui um grafo em que cada vértice representa uma das nossas categorias e cada aresta representa uma relação entre tais vértices. Em azul, temos as categorias das características da Modelagem Matemática; em laranja, temos as categorias dos apontamentos das Neurociências; em roxo, um undecaedro meramente ilustrativo e; em preto, são as setas que informam quais categorias foram influenciadas por cada vértice.

Iniciamos nossa análise desse grafo com a única relação que colocamos a aresta em serrilhado, a *relação com outras áreas do conhecimento* com o *significado*. Durante a nossa coleta de dados, percebemos que ambas as categorias aparecem simultaneamente em um mesmo contexto – evidenciando uma aproximação teórica entre elas conforme aponta Oliveira Júnior e Rosa (2020) – e que a primeira parece propiciar a segunda. Entretanto, não conseguimos identificar se elas se influenciam/relacionam de fato, por isso, optamos por criar uma aresta serrilhada, para indicar uma possível correlação, mas que não observamos.



Outra relação que não percebemos referente à *relação com outras áreas do conhecimento* e a sua influência sobre *motivação/interesse* dos alunos, conforme apontavam Almeida e Brito (2005), Almeida e Dias (2004), Araújo (2002), Barbosa (2001) e Burak (1992). Todavia, pudemos interpretar situações e, por consequência, categorias que parecem interferir na *motivação/interesse* dos alunos, durante a atividade de Modelagem Matemática, como a *macrointeração*, a *emoção positiva* e a *emoção negativa prejudicial*.

A *emoção negativa prejudicial* pode ter influenciado, de forma negativa, a *motivação/interesse* por ter evitado uma aproximação inicial dos alunos com o pesquisador, devido ao possível medo ou frustração que o tema da atividade pode ter mobilizado, em concordância com as considerações de Damásio (2000). Em contrapartida, o prazer que pode ter sido desencadeado ao realizar a atividade de Modelagem, pode ter mobilizado *emoções positivas* que podem ter induzido uma possível *motivação* nos alunos em continuar com o desenvolvimento, como pondera Fonseca (2016) e reforça o trabalho de Damásio (2000).

É interessante pontuarmos que em ambos os casos que a *motivação/interesse* pode ter sido influenciada, ela foi propiciada em situações que envolviam uma interação com os alunos, mais especificamente, uma *macrointeração*. Aliás, é importante realçarmos que a *emoção negativa prejudicial* pode ter afetado na *macrointeração* durante o debate inicial da atividade, porém a última também pode ter sido um fator para possíveis mudanças *emoções*, como observamos que essa interação pode ter perpassado as demais subcategorias das *emoções (positivas e negativas potenciais)*.

As *emoções positivas* podem ter sido mobilizadas com os diálogos dos alunos sobre o que costumavam fazer como se divertir enquanto as *emoções negativas potenciais* podem ser interpretadas a partir de uma reflexão sobre o tema da atividade – sendo essa uma possível relação, *emoções negativas potenciais* influenciam uma *reflexão* nos alunos.

Sendo assim, podemos inferir que as *macrointerações* podem influenciar as *emoções* dos alunos durante a atividade de Modelagem, possibilitando um ambiente com mudanças emocionais. É evidente que cada *emoção* interfere de forma diferente nessas interações e que, dependendo de como for a abordagem do professor, também podem sofrer mudanças, como interpretamos ao longo do processo de construção da atividade.

E foi durante as *interações/envolvimentos (macro e microinterações)* que percebemos mais indícios de influência com as demais categorias. Por exemplo, tanto na *macro* quanto na *microinteração*, conseguimos identificar a possibilidade de os alunos reutilizarem informações (experiências pessoais, procedimentos e conceitos matemáticos) além de possibilitar a ampliação da percepção delas. Essa reutilização e ampliação da percepção de informações, são



entendidas neste trabalho como *repetição* e *associação de informações*, respectivamente. E, em cada processo de resolução da atividade de Modelagem Matemática – compreensão, construção e validação – percebemos modos diferentes de indícios de relações dessas categorias.

No processo compreensão, durante o debate do pesquisador com a turma (*macrointeração*), podemos interpretar uma *repetição de informações* no relato individual de experiências relacionadas com o uso do narguilé e a possibilidade de os alunos relacionarem esses relatos em um conjunto, podendo acarretar uma *associação de informações*. Já no processo de construção, diálogos entre pesquisador e um grupo (*microinteração*), a *repetição* e a *associação* pode ter acontecido com os procedimentos e conceitos matemáticos utilizados para a resolução da atividade. E, no processo de validação, foi a apresentação da resolução de um grupo à turma e ao pesquisador (*macrointeração*) e que pode ter acarretado um reforço no encaminhamento realizado pelos alunos do grupo 1 para a realização (*repetição*) com a possibilidade de ampliação de algum conhecimento pontual (*associação*) pela intervenção do pesquisador.

Além disso, interpretamos que durante o processo de compreensão, as *interações/envolvimentos* possuem uma intenção de *motivar/interessar* os alunos, assim como, propiciar uma *reflexão* para o tema da atividade. Diferentemente do processo de construção em que instigam os alunos a resolverem por si próprios (*autonomia*), serem seguros nos procedimentos utilizados ((*auto*)*confiança*), sejam *criativos* e *críticos* na escolha de tais procedimentos, possuam *argumentos* que justifiquem a utilização de um em detrimento de outro cálculo e que sejam *reflexivos* referente aos erros conceituais ou procedimentais.

Aliás, por meio dessas *interações/envolvimentos*, o pesquisador pode analisar algumas informações aprendidas pelos alunos, possibilitando-lhe realizar algumas *associações* e/ou atribuições de *significado* aos conteúdos matemáticos para os alunos. Exemplos de *associações* atribuídas por essas *interações/envolvimentos* está na relação/correção do gráfico de “bolinha” em gráfico de setores, o erro em utilizar um transferidor, a possibilidade de relacionar porcentagem e graus entre outros. Enquanto *significado* conseguimos interpretar situações que pudessem propiciar à uma atribuição de sentido, como o erro ao utilizar o transferir em que o professor corrigiu os alunos e poderia ter justificado o motivo do procedimento dele estar correto por exemplo e; durante o debate, a relação entre o tema e a vivência dos alunos pode ter sido significativa àqueles que usam o narguilé.

Contudo, as *interações/envolvimentos* também podem evitar outras categorias. No trabalho de Ovando Neto, pudemos interpretar uma possível limitação na *autonomia* dos alunos durante o processo de resolução deles. Este caso específico foi interpretado a partir da descrição



do autor em encaminhar os alunos a utilizarem uma relação entre porcentagem e graus que eles não haviam percebido, pois os alunos poderiam resolver a representação no gráfico de setores dividindo esse por dois, sucessivamente, e atribuindo suas respectivas porcentagens (descrição do pensamento de B2), enquanto o pesquisador os direcionou a utilizarem a regra de três.

E, durante o processo de construção da atividade de Modelagem, percebemos que quando os alunos estão conscientes de sua *autonomia* e *confiantes* que são capazes de resolver o problema, eles parecem propor encaminhamentos (*criatividade*), reutilizam e elaboram associações de informações e procedimentos (*repetição* e *associação de informações*) que podem alterar as expectativas iniciais do resultado (*diversidade de encaminhamento*). Dentro dessa *diversidade de encaminhamentos*, há a necessidade de os alunos criarem hipóteses (*argumentação*), justificarem o uso de procedimentos em detrimento de outros (*crítica*) e poderem reconhecer que erram (*reflexão*), o que podemos considerar como consequência da junção entre *autonomia* e (*auto*)*confiança*.

É prudente destacarmos que apenas observaremos essa *argumentação*, *crítica* e *reflexão* sobre determinado *encaminhamento* escolhido pelos alunos, se eles *interagirem*. Isso nos direciona a refletir se os alunos possuem consciência dessa crítica, argumentação e reflexão inicialmente – no sentido da ação e não do conceito da palavra – ou se são estimulados a terem essa consciência a partir de uma interação, seja com o professor seja com seu grupo. Afinal, apenas saberemos se alguém sabe de algo, neste caso argumentar a favor ou contra determinado procedimento matemático, se esse alguém externalizar o seu conhecimento (COSENZA; GUERRA, 2011; IZQUIERDO, 2011). Aliás, podemos nos indagar se tais influências propiciadas pelas *interações* podem ser entendidas como consequência dessa premissa anterior...

Durante o processo de resolução de um grupo (*encaminhamento*), os alunos propõem relações entre dados e/ou procedimentos e os reforçam ao utilizá-los, assim, temos uma *associação* e uma *repetição* de dados e procedimentos. Dentro dessas associações e repetições, também percebemos outras categorias pertinentes à *diversidade de encaminhamentos* como a *criatividade*, a *argumentação*, a *crítica* e a *reflexão*.

Dentro de nossa análise, não conseguimos interpretar uma categoria desencadeadora da *atenção*, embora a interpretamos pelo direcionamento dos alunos à resolução da atividade de Modelagem Matemática, entretanto, não foi possível identificarmos o que pode ter provocado essa atenção, mesmo com a hipótese de que as emoções e o significado poderiam atrai-la (COSENZA; GUERRA, 2011). Por isso, a expomos sem nenhuma relação e com o ponto preenchido.



Diferente do ponto sem estar preenchido da categoria *consolidação de informação*, pois não conseguimos identificar essa categoria, mesmo escolhendo uma atividade de Modelagem Matemática que pudesse-nos fornecer indícios dela, conforme salientamos na seção de Procedimentos Metodológicos. Não a percebemos, porque não conseguimos interpretar em Ovando Neto (2019) os períodos de interrupções dessa atividade de Modelagem informados pelo autor.

5.2 Abelhas e a Geometria

Antes de descrevermos e analisarmos essa atividade, vamos reforçar o contexto de pesquisa dessa atividade da pesquisadora Souza. A autora desenvolveu essa atividade em um curso sobre Modelagem Matemática com trinta e cinco acadêmicos do curso de Pedagogia de uma instituição de Ensino Superior e, desses trinta e cinco, vinte e seis já tiveram aula com a pesquisadora sobre Modelagem.

O tema “as abelhas e a Geometria” foi proposto pela pesquisadora por dois motivos: 1º) explorar os conhecimentos geométricos que, segundo ela, são poucos estudados nos cursos de Pedagogia e nos Anos Iniciais e; 2º) porque a atividade com esse tema poderia se tornar uma atividade interdisciplinar.

O direcionamento descrito pela pesquisadora teve como intuito “verificar quais as relações, possibilidades e desafios que se estabelecem entre as representações sociais sobre o ensino de Matemática e a Matemática dos futuros professores dos Anos Iniciais ao utilizarem a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica” (SOUZA, 2020, p. 18).

Esse direcionamento para alcançar o objetivo de sua dissertação, nos permitiu idealizar/supor determinados contextos a partir da descrição de Souza a fim de explorar as possibilidades de acontecimentos e consequências e deixamos isso evidenciado em nosso texto!

Ademais, salientamos que a cor de destaque nos trechos na dissertação de Souza que realizamos é diferente de Ovando Neto porque os documentos foram abertos em leitores de textos diferentes e impossibilitou o uso do mesmo padrão de cor nas análises. Além disso, assim como em nossa análise do trabalho de Ovando Neto, elencamos e descrevemos ações da pesquisadora para analisarmos/supormos as consequências delas nas ações dos alunos e não para julgar a prática do autor.

Realizado essas ressalvas, vamos iniciar a análise dessa atividade.



5.2.1 Compreensão

Inicialmente a pesquisadora faz algumas ressalvas no contexto de pesquisa e, logo após, descreve como começou a atividade, conforme a figura 27.

Figura 27 – Terceiro parágrafo da página 85 da dissertação de Souza.

Iniciamos a aula com uma conversa sobre o tema, a princípio perguntamos o que eles sabiam de informação sobre o tema e **timidamente** começaram a responder: “*são responsáveis pela fabricação do mel*”, “*lá no sítio tinha abelhas, levei uma picada dói muito*”, “*vi uma reportagem que as abelhas estão morrendo*”, “*elas também são responsáveis pela polinização das flores, promovendo a sua reprodução*”. Para intensificar as discussões sobre o tema levantamos alguns questionamentos como mostra a figura 23.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 85).

Embora a pesquisadora não tenha descrito quais perguntas realizou com os acadêmicos, podemos supor que seus questionamentos permeavam informações prévias que os acadêmicos tinham/sabiam sobre as abelhas, devido ao teor das respostas dos acadêmicos. E, essa primeira interação entre pesquisador e a turma de acadêmicos, pode ser classificada como uma *macrointeração*.

Além disso, é perceptível que os acadêmicos evocam/lembram informações diversas relacionadas com as abelhas, ora uma vivência ora com informações relevantes, conforme podemos observar nos excertos: “vi uma reportagem [...]” e “lá no sítio tinha abelha, levei uma picada [...]” (SOUZA, 2020, p. 85). Com isso, podemos considerar essa lembrança como uma *repetição de informações* e como uma ação de *atenção*, pelo menos para aqueles acadêmicos que se relatavam suas experiências sobre o tema.

Essa exposição de experiências dos acadêmicos é classificada pela autora como uma participação tímida, como grifamos na figura 28. O termo “tímida” pode ser entendida como uma pessoa “[...] insegura; que expressa medo, insegurança [...]” (DICIO, 2009-2020²⁰), sendo assim, podemos inferir que os acadêmicos estavam inseguros/com medo de participar da atividade. E, apesar dessa insegurança em interagir, os acadêmicos participavam. Isso nos fornece indícios de que eles poderiam estar refletindo a participação deles, nos permitindo classificar essa ação tanto como *emoção negativa potencial* quanto como *reflexão*.

A partir dessa interpretação, podemos supor que essa possível reflexão seja uma tentativa deles de se sentirem mais descontraídos e discutirem com mais prazer o tema, ou seja, eles poderiam estar se engajando a desenvolverem a atividade, o que poderíamos identificar

20 Disponível em <https://www.dicio.com.br/timida/>. Acessado em 06 dez. 2020.



como uma tentativa de se motivarem, conforme entendido por Fonseca (2016), ocasionando assim uma possível mudança emocional para *emoções positivas* e a presença do *interesse/motivação*.

Para analisarmos se ocorre essa mudança emocional, retornamos à descrição da pesquisadora sobre a atividade que segue na figura 28:

Figura 28 – Primeiro parágrafo da página 86 da dissertação de Souza.

Ao verem as questões, eles indagaram “*professora não sabemos responder nenhuma dessas questões, eu sempre pensei que as abelhas tinham dois olhos!*”. E como hoje podemos obter a informação de forma rápida através do celular **propusemos a eles que cada grupo pesquisasse sobre uma pergunta e que socializassem as respostas com os demais**, proporcionando assim um ambiente de descobertas.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 82).

Ao propor que os acadêmicos investiguem as questões expostas pela pesquisadora no celular, ela também pode estar favorecendo as categorias: *(auto)confiança*, *autonomia*, *críticidade* e *reflexão* aos acadêmicos. A *autonomia* porque eles escolheriam o *site* para responderem a questão; já a *críticidade* poderia ser promovida pelo julgamento que eles podem ter feito com o intuito de analisar se aquele *site* possui informações confiáveis ou não; a *reflexão* pode estar presente tanto em uma mudança de um conhecimento de senso comum (“[...] eu sempre pensei que as abelhas tinham dois olhos”, por exemplo) quanto em uma reflexão sobre a importância das abelhas e; a *(auto)confiança* pode ser interpretada a partir do incentivo dela, a pesquisadora, aos acadêmicos para pesquisarem e socializarem suas respostas de forma a não contestar, a princípio, o processo de obtenção das informações encontradas e divulgadas – não foi descrito que a pesquisadora os tenha contestado.

A partir da descrição que a pesquisadora estava propiciando um ambiente de descobertas, podemos interpretar que essas “descobertas” se referem às informações. E podemos complementar o entendimento da pesquisadora sobre ambiente de “descobertas”, supondo que ele possa ser rico em *repetições* e *associações de informações/significado*, já que nesse ambiente os alunos devem compartilhar as respostas encontradas e podem debatê-las. Essa nossa suposição é corroborada quando analisamos o parágrafo seguinte, vide figura 29.

Figura 29 – Segundo e terceiro parágrafo da página 86 da dissertação de Souza.



Nesse momento, se mostravam empolgados com a proposta, cada grupo foi pesquisando sobre as perguntas e, a cada resposta por eles, geravam comentários e surpresas. Um exemplo foi o grupo que pesquisou sobre quantos olhos as abelhas possui e trouxeram a seguinte informação: “*têm cinco olhos. Três são pequenos, no topo da cabeça, os chamados "olhos simples" ou ocelos, que apenas detectam mudanças de intensidade da luz; os dois olhos compostos, maiores, com milhares de lentes minúsculas, estão na parte frontal da cabeça e detectam luz polarizada*”. Trouxeram também uma curiosidade que os olhos das abelhas estão em estudo para a fabricação de lentes fotográficas futuras.

A partir dessas perguntas discutimos de forma geral sobre sobrevivência das abelhas no seu *habitat*, as tarefas que são realizadas, as divisões das colmeias, entre outras.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p.86).

Ao descrever sobre a explanação das respostas dos grupos dos alunos, a pesquisadora ressalta que a cada compartilhamento de respostas, os grupos comentavam e se surpreendiam, o que nos fornece indícios que corroboram a nossa suposição de que o ambiente de “descobertas” pode ser rico em *repetições* e *associações de informações/significado*.

Esses indícios podem ser percebidos se realizarmos a seguinte inferência: se os acadêmicos compartilham informações com a turma sobre as abelhas, então podemos supor que eles as leram em algum *site* e, ao compartilharem com a turma, esses acadêmicos estão reforçando esses saberes que retiraram da *internet* (*repetição de informações*).

E, ao lerem e/ou exporem as informações encontradas, eles junto com os demais acadêmicos podem relacionar tais informações com outras já conhecidas, como o grupo que compartilhou com a turma a informação da quantidade de olhos das abelhas, suas funções e uma curiosidade (*associação de informações*). Aliás, já que os acadêmicos estão investigando sobre as abelhas (conteúdos) que podem complementar os conhecimentos prévios deles acerca desse inseto (vivência), podemos supor que algumas informações podem adquirir *significado* com esse ambiente.

Entretanto, é prudente destacarmos que tanto o *significado* quanto a *associação* dependem das experiências e interpretações dos sujeitos sobre o saber, por isso, ambas são relações possíveis de acontecer, porém sua identificação apenas será viável quando ou se o sujeito externalizá-la.

Ao retornamos à análise do excerto da figura 30, especificamente no trecho destacado, podemos categorizar essa empolgação dos acadêmicos com as respostas encontradas como uma ação que pode propiciar um prazer ao ser desenvolvida, o que nos permite categorizá-la como



uma possível *emoção positiva*. E, ainda, podemos interpretar que essa empolgação pode ter os influenciado a se engajarem no desenvolvimento da atividade de Modelagem, o que nos direciona a inferir que se trata de um *interesse/motivação* nesse processo. Com isso, parece-nos que houve uma mudança emocional durante o processo de compreensão, partindo de uma timidez (*emoção negativa potencial*) para uma empolgação (*emoção positiva*).

Interessante acentuarmos que esse ambiente de “descobertas” proposto por Souza parece favorecer uma interação entre os acadêmicos, o que podemos classificar como *macrointeração*, além de podermos interpretar essas ações para/com a atividade como uma *atenção*.

Ao retornarmos ao texto, a pesquisadora descreve que houve debates das informações elencadas pelos acadêmicos e, em seguida, problematiza a eles acerca da importância das abelhas e se afetariam os humanos caso fossem extintas. Na figura 30, temos algumas respostas relatadas pela autora:

Figura 30 – Último parágrafo da página 86 da dissertação de Souza.

Um dos acadêmicos comentou: “*eu vi uma reportagem que só em três meses, mais de 500 milhões de abelhas morreram no Brasil, 400 milhões só no Rio Grande do Sul*”. Outro acadêmico complementou que “*O uso de pesticidas tem sido a principal causa de morte para as abelhas*”. Ao perguntarmos se a morte de todas as abelhas nos afetaria, eles ficaram pensativos e alguns ficaram com dúvidas, outros tentavam argumentar que diminuiria alguns alimentos. E, ao insistimos com a pergunta, um grupo iniciou uma pesquisa sobre essa questão e relataram uma reportagem que descrevia a importância da polinização feita pelas abelhas: “*Esta polinização é indispensável, pois é através dela que cerca de 80% das plantas se reproduzem. Como alertava Einstein “se as abelhas desaparecerem da face da Terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais, não haverá raça humana*”. Diante desse relato, os outros acadêmicos ficaram impressionados e uma acadêmica ressaltou “*eu não sabia que as abelhas eram tão importantes para nós, temos que as preservar*”.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 86-87).

A partir da figura 32, é possível notarmos certas interações entre os acadêmicos e a pesquisadora, o que permite-nos categorizá-las como uma *macrointeração*. Durante essa *macrointeração*, nos parece que os acadêmicos tiveram uma liberdade em exporem suas ideias, tanto que opinavam sobre a extinção das abelhas formulando hipóteses (*argumentação*). Aliás, em uma argumentação, podemos interpretar que eles, os acadêmicos, possuíram certa cautela



ao responder que alguns alimentos diminuiriam, o que nos direciona a interpretar que eles consideraram fatores em seus argumentos, o que aparenta se tratar de uma ação de *críticidade*.

Com essas informações, podemos inferir que os acadêmicos estavam relacionando causas e efeitos de extinção das abelhas, como a argumentação do acadêmico que foi descrita e propunha uma causalidade entre o uso de pesticidas e a mortes das abelhas, o que consideramos como uma *associação de informações*. Já no primeiro diálogo, onde um acadêmico expõe a quantidade de abelhas mortas no Brasil, podemos considerar como uma *repetição de informações*, pois outrem já havia comentado sobre esse fato, como consta na figura 28, o que reforça o saber das abelhas estarem em processo de extinção.

Além disso, é descrito que um dos grupos dos acadêmicos pesquisou uma reportagem em que dizia sobre a polinização de 80% das plantas serem realizadas pelas abelhas. Essa busca por algo que respondesse a pesquisadora pode ser entendida como uma *autonomia*, pois não relatado que a pesquisadora incentivou essa investigação, mas foi uma ação que os acadêmicos parecem ter sentido vontade de realizar e, assim, a fizeram. E, ainda, podemos considerar que esse grupo de acadêmicos parece seguro em “usufruir” dessa liberdade proposta pelo ambiente de “descobertas”, porque realizaram a pesquisa sem questionar à professora se poderiam fazê-la, o que podemos considerar como uma *(auto)confiança*.

Essa última reportagem trazida pelo grupo, informava a importância das abelhas e apresentava uma implicação de Einstein em que evidenciava que sem elas, as abelhas, os seres humanos morreriam, o que parece-nos possibilitar a criação de uma relação entre abelhas e seres humanos com uma causa de um porquê tais insetos são importantes para a nossa sobrevivência. E, essa relação, parece-nos propiciar um potencial *significado* por relacionar vivências (abelhas e humanos) com um conhecimento (extinção das abelhas pode extinguir os humanos) com uma justificativa (porque abelhas polinizam 80% das plantas).

Essa informação das abelhas parece ter impressionado os acadêmicos e, esse termo, possibilita dois significados emocionais, segundo o *site* Dicio (2009-2020)²¹, são eles: 1) comoção e; 2) maravilhado. No primeiro significado, comoção, podemos interpretar como uma tristeza e essa está associada a uma *emoção negativa*; enquanto no segundo significado, maravilhado, podemos considerar como uma alegria, que podemos associá-la como uma *emoção positiva*.

Pelo contexto, não nos parece que os possam ter se alegrado ao saber que as abelhas estavam morrendo sendo elas importantes para nós, mas sim que estava comovida, logo, essa

21 Disponível em <https://www.dicio.com.br/impressionados/>. Acessado em 16 jun. 2020.



informação – abelhas morrendo e são importantes aos humanos – pode ter desencadeado uma tristeza (*emoção negativa*). E, como essa informação parece ter influenciado uma acadêmica a um repensar sobre a importância das abelhas causando uma possível necessidade/conscientização de preservá-las, conforme descreve Souza (2020), nos permite categorizar tanto como uma *reflexão* quanto como uma *emoção negativa potencial*.

Por fim, dadas tais discussões em torno do tema da atividade, podemos considerar que houve a *atenção*. Ao retornarmos para nossa análise, temos na figura 31 a continuação da descrição da atividade de Souza:

Figura 31 – Primeiro parágrafo da página 87 da dissertação de Souza.

Para dar continuidade à atividade comentamos sobre a importância das abelhas para vida e como podemos visualizar que há matemática em muitas das ações e construções das abelhas. Neste contexto, uma das alunas comentou: “*lá vem a professora querendo colocar matemática em tudo, estava tão bom só discutir...*”, perguntamos sobre alguns já terem visto um favo de mel, um alvéolo, lugar onde as abelhas guardam o mel. Alguns levantaram a mão, outros disseram que apenas em fotos e houve acadêmicos que disseram nunca terem visto, após essas constatações, mostramos uma imagem de favo de mel a eles (figura 24).

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 87).

Ao relatar que comentou sobre a importância das abelhas para a vida e modificou o diálogo para como podemos compreender algumas ações das abelhas com a Matemática, a pesquisadora não nos oferece indícios que houve uma maior exploração sobre o tema ou como foi realizada essa mudança de assunto (da importância para o entendimento matemático das abelhas). E, devido à não descrição dessa transição, não conseguimos analisar se houve uma *repetição*, *associação* ou criação de *significado* dessas informações transitórias.

Entretanto, no trecho destacado da figura 33, é descrito o relato de uma acadêmica em que afirma que a pesquisadora quer “colocar” a Matemática em tudo. Isso nos permite supor que pode acontecer um início de relação entre o tema com a Matemática, acarretando uma *relação com outras áreas do conhecimento*. Em seguida, essa acadêmica complementa que “[...] estava tão bom só discutir...” (SOUZA, 2020, p. 87), o que indica que ela poderia estar sentindo prazer em debater sobre o tema da atividade.

Esse prazer está associado a uma emoção positiva e que pode fazê-la retornar a repetir essa ação, como aponta Damásio (2000), o que nos permite categorizar esse “tão bom” como uma *emoção positiva*. Aliás, podemos inferir que, ao menos para essa acadêmica, o tema escolhido e/ou encaminhamento do debate promovido pela pesquisadora podem ter promovido ou corroborado para um *interesse/motivação* para esse momento da atividade de Modelagem.



Contudo, o verbo “estava” indica que essa acadêmica não parece gostar do encaminhar matemático que a atividade se direciona. Esse “não gostar” pode influenciar em uma retração dessa acadêmica durante o restante do processo de resolução, conforme pondera Damásio (2000). Todavia, devido ao não detalhamento/acompanhamento da autora dessa acadêmica em particular, não conseguimos interpretar e classificar se esse “não gostar” pode estar relacionada com uma *emoção negativa prejudicial* por poder ter prejudicado as ações da acadêmica ou com uma *emoção negativa potencial* que possibilitou-a refletir acerca da sua consideração em restante da atividade.

Diante dessa situação, ressaltamos a nossa dificuldade em analisar possíveis relações e/ou influências que o conjunto de categorias das *emoções* podem realizar com outras ações e categorias durante o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática.

Posteriormente, a pesquisadora questiona se os acadêmicos já tinham observado o local em que as abelhas depositam o mel e relata que alguns acadêmicos negaram, outros que já tinham visto por fotos e, na sequência, ela mostrou uma imagem dos favos de mel. Ao mostrar essa imagem, a pesquisadora pode ter permitido os acadêmicos que não tiveram a oportunidade de ver esses favos de conhecer, ou de reconhecer, o local em que as abelhas depositam o mel. Com isso, nos permite categorizar como uma *associação de informações*, pois a pesquisadora pode ter propiciado uma relação entre o objeto (o favo de mel), a sua função e uma imagem.

E, antes de adentrarmos no processo de construção dessa atividade de Modelagem de Souza, vamos sintetizar na tabela 5 algumas observações, interpretações e inferências nossas.

Tabela 5 - Síntese das interpretações do processo de compreensão da atividade de Souza.

CATEGORIA	DESENCADEADOR	CONSEQUÊNCIA	CATEGORIA
...	Direcionamento de foco para o ambiente de descobertas	Participações condizentes com o contexto	Atenção
Macrointeração	Ambiente de descobertas	Ações de investigação e compartilhamento de informações	Significado* Emoção positiva Emoção negativa potencial Repetição Associação* Autonomia Críticidade Argumentação Reflexão Relação com outras áreas do conhecimento
Emoção positiva	Empolgação com as respostas	Engajamento na pesquisa	Motivação/interesse



	Ambientes de descobertas	Prazer em debater	
Significado	Informação sobre a importância das abelhas	Comoção com as abelhas	Reflexão Emoções negativas potenciais
Relação com outras áreas do conhecimento	Relação do comportamento do inseto com a área	Abelhas “sabem” Matemática	Significado* Associação de informações*
Emoções negativas potenciais	Motivação em participar Comoção com as abelhas	Tentativa de maior interação Conscientização sobre conservação	Reflexão
(Auto)confiança	Segurança na independência de desenvolvimento	Iniciativa de buscar solução	Autonomia

Fonte: Autores (2020).

* Podemos supor em algumas situações.

Novamente, não conseguimos identificar uma possível categoria que influenciasse na *atenção*, por isso, na primeira coluna colocamos o “...”. E, reforçamos que as demais categorias da atividade possivelmente não seriam evidenciadas caso ela, a *atenção*, não tivesse presente.

Outra relação que também não encontramos é a *relação com outras áreas do conhecimento* e *significado*, além de também interpretamos que há a possibilidade da *relação com outras áreas do conhecimento* se relacionar com a *associação de informações*. Embora tenhamos considerado essas duas possibilidades de relação, não foi possível identificarmos indícios de como elas podem se influenciar por causa do não detalhamento de como foi encaminhado os debates para a “visualização” da Matemática em comportamentos das abelhas.

Durante a proposta de ambiente de “descoberta” de Souza, percebemos uma dinâmica de divulgações e debates de informações pesquisadas pelos acadêmicos e que podemos considerá-las como *macrointerações*. Além disso, esse ambiente parece propiciar uma dinâmica de *repetições* e *associações*, podendo até construir *significados*, durante a troca de informações dos acadêmicos além de poder favorecer algumas mudanças de posturas – como *autonomia*, *críticidade*, *argumentação* e *reflexão* – ao possibilitar que eles investigassem, escolhessem fontes de pesquisa, elaborassem hipóteses e repensassem sobre conhecimentos que permeiam o tema.

Durante as *macrointerações*, alguns diálogos nos pareceram possibilitar mobilizações emocionais, particularmente *emoções positivas* e *negativas potenciais*. As *emoções positivas* foram interpretadas em contextos em que os acadêmicos pareciam sentir prazer ao desenvolver determinadas ações, como expor algumas informações; enquanto as *emoções negativas potenciais* foram entendidas em dois momentos: 1) quando os acadêmicos estavam se



“encorajando” a participarem da atividade e; 2) quando se comoveram com a importância das abelhas para/com os seres humanos.

Aliás, cada emoção nos pareceu influenciar outra categoria. No caso das *emoções positivas*, a empolgação dos acadêmicos ao encontrar respostas parece ter influenciado em um engajamento para continuarem investigando e compartilhando informações, o que pode ter acarretado um possível *interesse/motivação* pela atividade. Já no caso das *emoções negativas potenciais*, nos dois momentos que as identificamos também percebemos uma possível *reflexão* dos acadêmicos: 1) postura mais participativa na atividade e; 2) conscientização para a preservação das abelhas. Essa última pode ter decorrido do relato de um grupo da implicação feita por Einstein sobre as abelhas, o que foi considerado como uma informação com *significado* e que pode ter desencadeado uma comoção nos acadêmicos acerca desse assunto.

Essas mobilizações de emoções corroboram com o resultado encontrado em Ovando Neto de que as *macrointerações* parecem possibilitar uma mudança emocional durante os debates sobre o tema da atividade de Modelagem Matemática.

Por último, notamos que o grupo que trouxe a informação sobre a importância das abelhas e a implicação de Einstein teve uma segurança em sua *autonomia*, pois realizaram uma pesquisa para responder a professora, sem a necessidade ou incentivo da pesquisadora em sugerir essa busca, o que consideramos como uma ação de *(auto)confiança*.

Com essas informações, percebemos alguns resultados similares aos obtidos no processo de compreensão de Ovando Neto, como a *macrointeração* propiciando o conjunto de categorias da *mudança de postura, significado, repetição e associação de informações* e uma mudança emocional; a *emoção negativa potencial* influenciando em uma *reflexão* e; a *emoção positiva* se relacionar com a *motivação/interesse* em desenvolver a atividade.

5.2.2 Construção

Após mostrar a imagem de um favo de mel, a autora apresenta aos leitores de seu trabalho a problemática da atividade da abelha e descreve como direcionou para ela, conforme podemos observar nos parágrafos da figura 32:

Figura 32 – Segundo e último parágrafos da página 87 da dissertação de Souza.



O problema que gostaríamos que eles investigassem era sobre por que as abelhas constroem os favos de mel na forma de hexágono. Para tanto direcionamos nossos questionamentos nesse sentido, comentamos que fabricação de mel envolve alguns problemas, como o armazenamento, pois as abelhas precisam guardar seus favos em compartimentos individuais que se assemelham a um mosaico sem lacunas com o objetivo de aproveitar ao máximo o espaço.

Perguntamos para turma se sabiam o que era mosaico e recebemos algumas respostas como: “*imagens que seguem um padrão*”, “*arte feita com vidros*”, “*união de diversas peças de diferentes cores para a formação de uma nova imagem*”. Neste momento, percebemos que os acadêmicos que haviam feito a disciplina conosco e que já tinham trabalhado com Modelagem estavam um pouco mais soltos e se mostravam mais receptivos, por parecerem um pouco mais habituados do que os demais. Ao continuarmos os questionamentos, indagamos sobre quais figuras geométricas seriam possíveis para fazer um mosaico sem lacunas e pedimos para que desenhasssem no papel as possíveis formas. Mostramos alguns exemplos na figura 25.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 87-88).

Ao descrever que a situação-problema (por que as abelhas constroem os favos de mel em forma hexagonal?), a pesquisadora nos permite interpretar que não apresentou à turma essa problemática, como podemos perceber pela frase que antecede a pergunta “O problema que gostaríamos que eles investigassem [...]” (SOUZA, 2020, p. 87). Mesmo não apresentando essa situação-problema, podemos categorizá-la como *relação com outras áreas do conhecimento*, pois temos a Matemática representada pelo conteúdo geométrico e a Biologia representada pelo questionamento de um comportamento da abelha.

Em sua descrição, a pesquisadora afirma que a construção dos favos de mel envolve problemas de armazenamento que influenciam na formação de um mosaico sem lacunas e questiona os alunos sobre o conceito de mosaico. Neste momento, percebemos que ela, a pesquisadora, parece propiciar uma relação entre favos de mel com mosaicos e, com a questão sobre quais figuras geométricas podem formar um mosaico sem lacunas, também nos parece propiciar uma relação entre mosaicos e figuras geométricas.

Entretanto, devido à ausência de detalhes, não foi possível a interpretação de algumas informações, por exemplo, não sabemos se o conceito de mosaicos dos acadêmicos são informações já aprendidas por eles e estão reforçando ao expressá-las (*repetição de informação*) ou se pesquisaram na internet (*repetição e associação de informação*) ou se o criaram (*criatividade e associação de informação*) ou se as relações citadas podem ter significado ou propiciam associações.



Embora pelas respostas, podemos considerar que houve uma breve interação entre a pesquisa e alguns acadêmicos da turma, que podemos considerar como *macrointeração* e como *atenção* para/com aqueles que estavam envolvidos.

Ao analisarmos o trecho destacado da figura 32, podemos perceber que a pesquisadora afirma que aqueles acadêmicos que já tinham participado de outra atividade de Modelagem estavam mais receptivos, “mais soltos” que os demais nesta atividade. Essa afirmação da pesquisadora nos leva a interpretar que eles estavam mais descontraídos nessa resolução e uma possível causa dessa descontração foi a outra atividade de Modelagem Matemática. E, nos baseando na alegação de Damásio (2000) sobre emoções positivas em que afirma se uma ação nos gera prazer tendemos repeti-la, nos direciona a inferir que a outra atividade pode ter propiciado prazer nesses acadêmicos “mais soltos”.

Para reforçar a nossa inferência, buscamos na outra atividade de Modelagem Matemática desenvolvida pela pesquisadora, trechos que ela relata que os acadêmicos do curso de Pedagogia gostaram de desenvolver com a Modelagem (figuras 33 e 34), assim como, relatos dos próprios acadêmicos que ela expôs em seu trabalho (figura 35).

Figura 33 – Segundo parágrafo da página 80 da dissertação de Souza.

Pareciam gostar do que estavam fazendo, apesar da dificuldade, do sentimento de medo, de rejeição, da preocupação sobre como ensinar esses conteúdos que também tinham dificuldade, eles poderiam ensinar daquela forma [utilizando Modelagem Matemática] mesmo achando difícil.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 77).

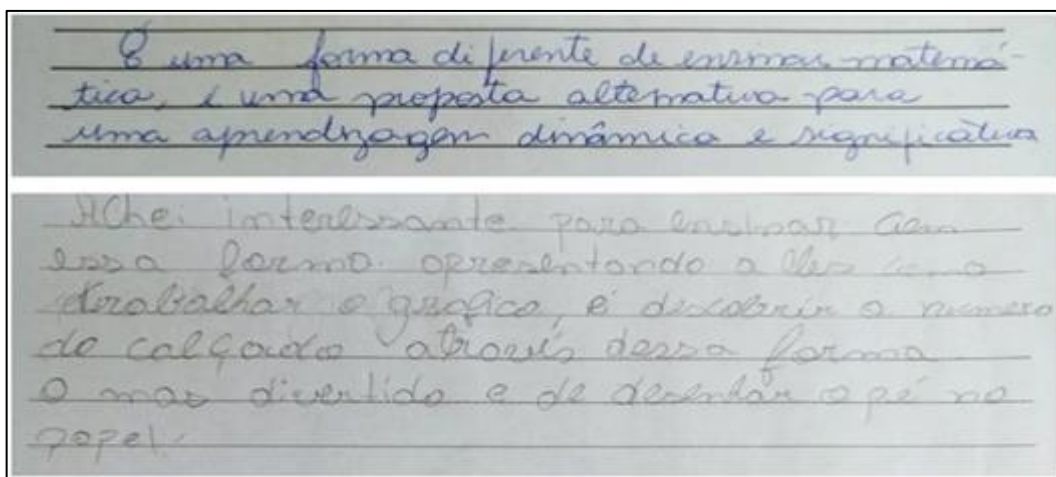
Figura 34 – Primeiro parágrafo da página 81 da dissertação de Souza.

Diante da empolgação dos alunos com a atividade, visto que eles estavam discutindo ideias de adaptação para quando fossem trabalhar em sala de aula, propomos que cada grupo comentasse como eles realizariam essa mesma atividade se estivessem em sala de aula. O relato deles nos surpreendeu, principalmente em relação a criatividade das propostas.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 81).

Figura 35 – Relatos escritos pelos acadêmicos.





Fonte: Registros dos acadêmicos de Pedagogia (*apud* SOUZA, 2020, p. 82).

Antes de debatermos sobre as figuras 33, 34 e 35, vamos explicar essa outra atividade de Modelagem realizada pela autora em que buscamos esses excertos. A autora problematiza aos acadêmicos do terceiro semestre do curso de Pedagogia de uma instituição de Ensino Superior do interior do estado de Mato Grosso do Sul sobre a relação entre o tamanho do pé e o número do calçado e solicita a eles que encontrem essa relação. Neste sentido, esses acadêmicos necessitavam descobrir os comprimentos dos pés deles e propor uma relação matemática com seu respectivo número do calçado. Durante a coleta desses dados, os acadêmicos observaram que um mesmo número de calçado possuía diversos comprimentos, então eles decidiram calcular a média desse último dado para aproximar os diferentes valores e adotaram essa média como uma possível relação.

Neste contexto, as figuras 33 e 34 apresentam um relato da pesquisadora sobre a observação dela durante a atividade de Modelagem descrita no parágrafo anterior. Na figura 33, ela expõe acadêmicos que gostaram da atividade mesmo com adversidades referentes ao ensinar Matemática e que eles consideram utilizar a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino dos conteúdos matemáticos, sabendo das dificuldades que poderiam ter ao usá-la. Já na figura 34, a pesquisadora relata que os acadêmicos estavam empolgados e já discutiam ideias de adaptação para a (futura) prática deles.

Tanto na figura 35 quanto na figura 36 destacamos os trechos da dissertação de Souza que corroboram com a nossa interpretação de que os acadêmicos possivelmente teriam sentido prazer em desenvolver atividades de Modelagem já que, segundo a autora, eles pareciam gostar (figura 33) e estavam empolgados com a atividade (figura 34).

Na figura 35, temos relatos que ensinar a Matemática com essa pode promover uma aprendizagem dinâmica e significativa (primeiro relato) e que pode ser uma forma interessante de ensinar gráficos (segundo relato) e, mais especificamente no segundo relato, percebemos



que um acadêmico afirma que achou mais divertido desenhar o pé no papel²². O termo “mais” parece-nos ser empregado, neste contexto, como algo comparativo e/ou que se destaca do restante da atividade, assim, podemos interpretar que toda a atividade foi divertida para o acadêmico, em especial o momento de desenhar o pé.

Neste sentido, podemos considerar esses excertos das figuras 33, 34 e 35 como indícios que apoiam a inferência de que essa atividade de Modelagem, relação entre o tamanho do pé e o número do calçado, desenvolvida com uma fração de acadêmicos deste curso da pesquisadora pode ter sido prazerosa para os envolvidos. O que faz-nos retornar aos apontamos de Damásio (2000) sobre o prazer, a possibilidade de repetirmos ações que gerem essa sensação e como essa sensação está relacionada com uma emoção positiva.

Assim, pelo pensamento de Damásio (2000), se os acadêmicos sentiram prazer em desenvolver a atividade de Modelagem sobre a relação entre o tamanho do pé e o número do calçado, tendem a realizar outra atividade com a mesma estratégia de ensino.

A par destas informações, podemos categorizar que as expressões “mais receptivos” e “mais soltos” – que compreendemos como descontraídos – utilizadas pela pesquisadora na figura 32 podem ser consideradas como indícios de prazer e, conseqüentemente, podemos categorizá-las como *emoções positivas*. Além do mais, a expressão “mais soltos” pode ser compreendida como “confiantes” no processo de resolução, o que nos permite categorizar em *(auto)confiança* e interpretar como uma possível consequência da atividade de Modelagem anterior ao curso.

Caso nossa interpretação dessa “confiança” no processo de resolução ser uma possível consequência da atividade anterior de Modelagem for verdadeira, podemos inferir que esse comportamento pode ter sido aprendido e está sendo repetido nesta atividade. É prudente ressaltarmos que isso é uma suposição de uma descrição da pesquisadora, já que não analisamos detalhadamente a outra atividade e nem sabemos se esses acadêmicos já eram confiantes antes, entretanto, não é exagero inferirmos que a atividade de Modelagem pode ter auxiliado, de alguma forma, o “favorecimento” dessa confiança no processo de resolução da atividade.

Ao retornarmos à análise da atividade com a temática sobre abelhas, Souza descreve que iniciou uma discussão sobre quais polígonos formariam mosaicos sem lacunas, conforme figura 36.

Figura 36 – Primeiro e segundo parágrafos da página 85 da dissertação de Souza.

²² “[...] o ‘mas’ divertido e de desenhar o pé no papel” [.sic] (SOUZA, 2020, p.82).



Durante a discussão de quais polígonos formariam mosaicos sem lacunas, surgiram diversas figuras, até eles entrarem em consenso de que as figuras que formariam um mosaico sem lacunas seriam: o triângulo, o quadrado, o retângulo, o hexágono e, ainda, surgiu a ideia de um círculo. Diante dessas falas, pedimos que desenhasssem todas as ideias, inclusive a do círculo, como mostra a figura 25.

O grupo que sugeriu o círculo percebeu que não era possível desenhá-lo de forma que não sobrasse espaço entre eles. Em discussão no grande grupo, reconsideraram as figuras e elencaram três possíveis figuras que formariam os favos sem deixar lacuna, sendo eles: o triângulo, o quadrado e o hexágono.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 88).

A pesquisadora descreve que foram sugeridas diversas figuras geométricas como formadoras de um mosaico sem lacunas e, ao final, os acadêmicos entraram em consenso em: triângulo – não foi(ram) especificado(s) qual(is) tipo(s) –, quadrado, retângulo, hexágono e círculo. E, para testar e validar a hipótese deles, a pesquisadora solicita a eles que desenhem mosaicos com essas figuras e, dada a descrição de que eles entraram em consenso, podemos supor que os próprios acadêmicos realizaram essa ação sem a necessidade de intervenção da pesquisadora.

Neste contexto, podemos perceber uma *autonomia* dos acadêmicos ao elencarem e concordarem com figuras geométricas que pudessem formar um mosaico sem lacunas e uma *críticidade* por realizarem uma simplificação das figuras elencadas. Tanto a *autonomia* quanto a *críticidade* foram realizadas em um processo de concordância entre os acadêmicos e, esse processo de concordância, pode ser entendida como uma *macrointeração*.

Além disso, percebemos que ao sugerirem as figuras geométricas para fazer um mosaico sem lacunas, os acadêmicos podem estar lembrando de informações que podem ter vistos e aprendidos antes da atividade. Neste sentido, podemos interpretar que esse lembrar e reutilizar tais figuras geométricas como *repetição de informações*. E podemos considerar que há uma relação entre as figuras geométricas e a construção de um mosaico, mas como não foi descrito como aconteceu essa relação, não podemos analisar se trata de uma *associação de informações* ou de um *significado*.

Embora, quando a pesquisadora solicita que os acadêmicos desenhem um mosaico sem lacunas com as figuras sugeridas por eles, podemos interpretar que essa relação específica como um possível estímulo ao *significado* por ensinar um conteúdo por meio de uma experiência. Aliás, com essa solicitação, a pesquisadora pode estimular: a *argumentação*, já que houve a criação de hipóteses; a *(auto)confiança* em testarem suas hipóteses sem um julgamento



preliminar de que estão certos ou não; a *críticidade*, ao identificar erros nas hipóteses e; uma possível *reflexão* sobre quais foram os erros que fizeram considerar essas hipóteses.

Como consequência dessa validação de hipóteses a partir dos desenhos das figuras geométricas, podemos inferir que os erros cometidos podem ser utilizados como contraexemplos para argumentar e/ou evidenciar que as outras figuras (triângulo equilátero, quadrado, retângulo e hexágono) preenchem um mosaico sem lacunas. Tanto que reconsideraram a participação do círculo como uma figura geométrica possível de preencher um mosaico sem restar lacunas ao debaterem novamente com a turma, como descreve a autora.

Neste sentido, esse erro advindo da construção e validação de hipótese nos fornece indícios de uma possível criação de *significado*, já que um conhecimento (preenchimento do mosaico sem lacunas com figuras geométricas) se relaciona com uma experiência (validação de quais figuras conseguem realizar tal preenchimento).

Antes de continuarmos nossas análises, é importante realizarmos algumas ressalvas sobre a atividade de Souza. Nos parece que, ao utilizar a expressão de “mosaicos sem lacunas”, a autora se refere ao mosaico do plano. Esse tipo de mosaico deve ser constituído de polígonos regulares no intuito de não haver lacunas e nem sobreposições (ALVES; DALCIN, 1999²³). Neste sentido, as figuras geométricas que podem formar um mosaico sem lacunas são polígonos regulares como triângulos equiláteros, quadrados e hexágonos regulares.

Neste contexto, ao descrever que os acadêmicos consideraram triângulos e hexágonos sem considerar tais figuras nas condições descritas acima, podemos supor que a pesquisadora tivesse a pretensão de ensinar, identificar ou corrigi-los em algum outro momento, como ocorreu com o círculo. Entretanto, não conseguimos interpretar essa pretensão durante nossas análises.

Ao retornarmos ao excerto da figura 36, os acadêmicos parecem estar engajados para realizarem essa parte da atividade de Modelagem Matemática e esse engajamento pode ser entendido como *motivação/interesse*, segundo Fonseca (2016). Além disso, podemos considerar que, por causa do direcionamento de foco para resolverem a atividade nesse trecho, há *atenção* daqueles acadêmicos que se envolverem na discussão das figuras geométricas.

Após essa dinâmica de desenhar as hipóteses dos acadêmicos de preenchimento do mosaico sem deixar, a pesquisadora descreve que realizou outro questionamento sendo esse a

23 ALVEZ, Sérgio; DALCIN, Mário. Mosaico do plano. *REVISTA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA*, 40, 1999, p. 1-12. Disponível em: <http://geogebra.im-uff.mat.br/biblioteca/rpm-40-mosaicos-do-plano.pdf>. Acessado em 04 ago. 2020.



possibilidade de construir um triângulo, um quadrado e um hexágono com o mesmo perímetro, conforme observamos na figura 37.

Figura 37 – Último parágrafo da página 88 da dissertação de Souza.

Perguntamos aos acadêmicos sobre a possibilidade de construir um triângulo, um quadrado e um hexágono com o mesmo perímetro e obtivemos várias respostas: uns responderam que sim, alguns que não e outros disseram não lembrar o que era perímetro. Neste momento, escutamos a seguinte frase: “Professora não sou boa em geometria, não sei calcular área, nem lembro o que é perímetro”. Observando o comentário podemos

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 88).

Antes de começarmos a analisar esse parágrafo, salientamos que, após o comentário destacado, a pesquisadora inicia uma relação teórica que não corrobora com a nossa análise e, por isso, a suprimimos da figura 37. Realizada essa ressalva, retornamos às nossas interpretações.

A indagação realizada pela pesquisadora parece-nos direcionar os acadêmicos a pensarem em um conteúdo matemático específico (perímetro) para resolver a situação-problema da atividade das abelhas. Esse possível direcionamento é interpretado por nós, porque não conseguimos identificarmos se a ideia de construir as figuras geométricas com o mesmo perímetro foi um debate com os acadêmicos ou se a própria autora já direciona a atividade para a utilização desse cálculo.

Embora não tenhamos identificado se houve debate ou não para esse procedimento matemático, como apenas foi descrito que a pesquisadora questionou os acadêmicos sobre a possibilidade de construir as figuras geométricas com o mesmo perímetro, consideramos isso como um direcionamento da atividade de Modelagem. Esse direcionamento pode ser considerado como limitador da *autonomia*, da *criatividade* e da *críticidade* dos acadêmicos, pois será “seguido” por eles sem questionarem o porquê, possivelmente.

Isso retornar à reflexão sobre o limite das orientações realizadas pelos professores, já que a pergunta da pesquisadora parece limitar a *autonomia* dos acadêmicos no processo de desenvolvimento da atividade de Modelagem, mesmo se o intuito dela foi de auxiliá-los nesse processo.

Dando continuidade no excerto, temos uma frase proferida por uma acadêmica e descrita pela pesquisadora: “professora não sou boa em geometria, não sei calcular área, nem lembro o que é perímetro” [.sic] (SOUZA, 2020, p. 88). Essa frase nos direciona a supor que essa acadêmica, em uma comparação quantitativa de atividades que ela tenha desenvolvido, as



incorretas se sobressaem ao serem comparadas com as corretas ou que não entendia muito bem a matéria, o que pode ter acarretado nesse julgamento dela de “não ser boa”.

Nessas regiões de possibilidades, o que podemos considerar é que aconteceu uma ação com essa acadêmica que possa tê-la frustrada em relação a Geometria e, essa frustração, pode estar relacionada com uma *emoção negativa* (DAMÁSIO, 2000; FONSECA, 2016). Essa emoção pode ser prejudicial para a aprendizagem já que a acadêmica parece pressupor que é incapaz de resolver sem, ao menos, tentar.

Dada essa suposição, destacamos a possibilidade de nós, professores, tentarmos reverter ou evitar situações frustrantes aos alunos para não causarmos prejuízos para o processo de aprendizagem dele. Uma forma de evitarmos isso é tentarmos identificar tais situações para evitarmos executá-las e/ou auxiliar os alunos a superá-las.

Ao descrever que existiam acadêmicos que não lembravam do conteúdo geométrico, a pesquisadora retomou esses conceitos, como podemos observar na figura 38.

Figura 38 – Segundo parágrafo da página 89 da dissertação de Souza.

Para darmos andamento na atividade, considerando que alguns não lembravam sobre os conceitos de perímetro, retomamos esse conteúdo partindo das definições, de como calcular, mostrando exemplos de onde se usava, fazendo diferentes questionamentos para pensarem. Após a explanação, pedimos para os acadêmicos desenharem as três figuras que estavam sendo estudadas com diferentes perímetros.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 89).

Na figura 38, é descrito que a pesquisadora explicou o conceito, os cálculos sobre perímetro e realizou diferentes questionamentos aos acadêmicos para que eles pensassem. Mesmo ela não detalhando seus exemplos e nem seus questionamentos, podemos interpretar que ela poderia proporcionar relações entre o conceito, os cálculos e os exemplos, mas não conseguimos interpretar se tais relações podem ser categorizadas como *associações de informações* ou que construíram um *significado*.

Devido a descrição de que a pesquisadora realizou diferentes questionamentos e exemplos e solicitou aos acadêmicos que criassem as figuras geométricas (triângulo, quadrado e hexágono) com perímetros diferentes, podemos inferir que a pesquisadora poderia estar favorecendo uma reutilização ou reforço tanto no conceito quanto nos cálculos envolvendo perímetro, o que podemos categorizar como *repetição de informações*.

Entretanto, por causa do pouco detalhamento dessa aula dentro da atividade de Modelagem, temos dificuldades em interpretar indícios que corroborem que os acadêmicos estavam direcionando o foco (*atenção*) para essa aula ou se estavam engajados



(*motivação/interesse*) dela dentre outras ações que pudessem ser categorizadas, além de não haver detalhamento sobre os “diferentes questionamentos para pensarem” para interpretarmos se eles pensaram/refletiram.

Ao retornarmos ao texto de Souza, a autora descreve que aumentou a especificidade da proposta de desenhar as figuras geométricas (o triângulo, o quadrado e o hexágono) com perímetros diferentes para desenhá-las com o mesmo perímetro, como observamos na figura 39.

Figura 39 – Segundo parágrafo da página 89 da dissertação de Souza.

A princípio essa atividade foi realizada por todos, depois pedimos que desenhasssem as figuras com o mesmo perímetro e então começaram os questionamentos, como: “*mas professora não é possível, eles têm lados diferentes, um tem três outro tem quadro lados e outro tem seis, como vai ter o mesmo perímetro? É impossível!*”. Inicialmente demos um tempo para que eles pudessem tentar, pensar sobre e literalmente eles foram fazendo por tentativas e erros, desenhavam uma figura, colocavam os valores dos lados e então começavam a tentar desenhar a outra com o mesmo perímetro.

Fonte: Souza (2020, p. 89).

A partir dessa descrição da figura 39, podemos considerar que os acadêmicos poderiam estar repetindo/(re)usando as informações da aula, dentro da atividade de Modelagem, sobre perímetro além deles estarem direcionando o foco para a resolução da atividade, o que nos permite categorizar como *repetição de informações* e *atenção* respectivamente.

Além disso, podemos admitir que os acadêmicos estavam engajados a realizarem a atividade porque, mesmo alegando a impossibilidade de resolver, tentaram realizá-la por tentativa e erro. Esse engajamento é entendido como motivação por Fonseca (2016) e, motivados a encontrarem, podem gerar prazer à medida que se aproximam da resposta (*emoção positiva*) ou frustração se não conseguirem (*emoção negativa prejudicial*), como aponta Goleman (2012) sobre as atividades. Com isso, podemos inferir que esse engajamento/ essa motivação é uma *emoção positiva* propiciada pelo desafio, entretanto, pode se tornar uma *emoção negativa prejudicial* caso os acadêmicos não consigam “sair do lugar”, além de prejudicar a *atenção* na atividade.

Aliás, devido a esse engajamento, podemos supor que o tema e os problemas trazidos pela pesquisadora podem ser *interessantes/motivadores* já que eles estão elaborando metas, testando e validando suas hipóteses, conforme podemos observar na figura 40.

Figura 40 – Terceiro e último parágrafos da página 86 da dissertação de Souza.



Os alunos do G1 desenharam um triângulo equilátero medindo 2cm cada lado, logo o perímetro era 6 cm. Com essa informação, resolveram desenhar o hexágono e, conversavam entre eles para chegarem em um consenso, um deles disse: *“se o perímetro tem que ser igual, e o hexágono tem 6 lados então cada lado tem que ter 1cm, esse foi fácil”*.

Partiram então para o quadrado. Começaram as tentativas até um outro acadêmico argumentar que: *“um não dá, por que vai da 4 cm o perímetro, dois não, pois daí vai dar 8 cm o perímetro e já passa do que queremos, então tem que ser um número maior que 1 e menor que 2, como achar esse número?”*. Até que um outro complementou *“e só dividir o perímetro, que no caso é 6, pela quantidade de lados que queremos”, “que no caso vai dar 1,5 cada lado”*. Os esboços feitos por eles são mostrados na figura 26.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 89-90).

Na figura 40, temos a descrição da resolução feita pelo grupo 1 (G1) em que construíram um triângulo (equilátero) com lados medindo 2 cm, acarretando um perímetro de 6 cm e, com essa construção, puderam estipular um hexágono de mesmo perímetro com o lado medindo 1 cm. Não podemos saber qual conhecimento matemático foi utilizado pelo acadêmico para fazer essa conclusão, parece-nos com uma divisão, mesmo esse grupo demorando para relacioná-la e utilizá-la para encontrar com o perímetro do quadrado.

Antes de continuarmos nossa análise, evidenciamos a limitação de uma interpretação mais individual ou cooperativa, pois Souza não faz diferenciação entre os acadêmicos dos grupos como fez Ovando Neto. O detalhamento nos forneceria indícios de qual acadêmico que solucionou o problema do hexágono e qual que generalizou uma solução, o que poderia tratar-se de uma construção conjunta de pensamentos entre os envolvidos ou se foi um único acadêmico, o que faria as categorizações serem diferentes. Exposta essa limitação, prossigamos.

Com a descrição da resolução do G1, percebemos que há uma interação entre os acadêmicos com o intuito de responderem o problema proposto e se auxiliarem mutuamente nas estratégias pensadas, com isso, podemos classificar que há uma *microinteração* e que eles parecem atentos à atividade (*atenção*).

A estratégia de G1, de dividir o perímetro pela quantidade de lados, pode ser considerada como *criatividade* devido a relação entre o cálculo de divisão e o perímetro. Aliás, se houvesse um detalhamento do pensamento dos acadêmicos, poderíamos interpretar se a relação encontrada poderia ser entendida como uma *associação de informações* ou um conhecimento com *significado*, embora se eles tivessem criado uma generalização (uma fórmula) para esse problema, nos permite inferir que ela terá um *significado*, porque por meio de uma experiência (solução do problema) poderiam criar e relacionar com um procedimento matemático



(encontrar a medida do lado de uma figura geométrica pela divisão de um perímetro qualquer pela quantidade de lados da figura plana).

Além disso, percebemos que nessa *microinteração* se tem uma liberdade para escolher qual procedimento será utilizado para resolver o problema, o que pode ser entendida como uma *autonomia*. Ademais, com a reutilização de informações, como o conceito de perímetro e o cálculo de divisão, podemos considerar como *repetição de informações*.

No outro parágrafo, a autora descreve o processo de resolução de um segundo grupo de acadêmicos (G2), como podemos perceber na figura 41.

Figura 41 – Primeiro e segundo parágrafo da página 90 da dissertação de Souza.

O grupo G2 começou de forma diferente, um dos acadêmicos indicou um raciocínio pensando em múltiplos: *“o triângulo tem 3 lados, o hexágono 6 lados, e o quadrado 4 lados, queremos achar um número comum entre eles?, talvez na tabuada”*. Observando tal raciocínio, perguntamos se teria algum método de encontrar esse número sem olhar na tabuada, ficaram pensativos e responderam que *“talvez tenha, mas não lembramos como”*. Então, perguntamos a eles sobre como encontrar um número comum que esteja na tabuada, ou seja, um múltiplo. Neste sentido um acadêmico falou: *“lembrei professora! Conseguimos descobrir esse número tirando o M.M.C (mínimo múltiplo comum)”*, outro acadêmico completou *“é mesmo, como somos ruins”*.

Começaram os cálculos e encontraram o M.M.C. igual a 12, então o perímetro das três figuras deveria ser igual a 12cm. Como o triângulo tem 3 lados, dividiram 12 por 3 chegando que cada lado precisava ter 4 cm e, assim, fizeram sucessivamente com o quadrado e com o hexágono, como mostra a figura 27.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 90).

Ao descrever que os acadêmicos estavam procurando um número comum de 3, 6 e 4 por serem respectivamente os lados do triângulo, hexágono e do quadrado, podemos interpretar que também há uma interação entre os acadêmicos e a pesquisadora para resolverem o problema, o que nos permite categorizar como *microinteração*.

A pesquisadora descreve que fez uma intervenção no raciocínio do grupo para que eles relacionem a pergunta deles com um procedimento matemático. Ao responderem que poderia existir, mas não lembravam, a professora interveio novamente perguntando sobre um método que encontra um número comum sem verificar a tabuada. Neste momento, há necessidade de destacarmos que a pesquisadora não descreve como foi a pergunta utilizada, por isso não sabemos se ela questiona os acadêmicos apenas utilizando a questão apresentada ou se utiliza sua síntese múltiplo. E, se ela tiver utilizado essa síntese, pode ter direcionado os acadêmicos a pensarem sobre um procedimento matemático que contenha essa palavra-chave.



Com essa intervenção da pesquisadora, retornamos à reflexão sobre a orientação para auxiliar os alunos, mas que pode inibir a autonomia deles no processo de desenvolvimento. Já que G2 poderia resolver esse problema de outra maneira ao simplesmente verificar o número comum na tabuada de 3, 6 e 4, como havia indícios de que poderia ser feito. Como consequência dessa intervenção, um acadêmico atribui ao grupo a qualidade de “ruim” por não conseguirem solucionar o problema com o conteúdo matemático que a pesquisadora estava direcionando em um primeiro momento.

Essa atribuição de que o grupo é “ruim” pode influenciar em uma mobilização de uma *emoção negativa prejudicial* por meio da frustração de não conseguir resolver um problema matemático utilizando um procedimento que a professora esperava que ele usasse. Fonseca (2016) adverte que essa frustração pode acabar gerando consequências emocionais nos alunos e, conforme podemos observar com o apontamento de Damásio (2000), ações que mobilizem frustrações tendem a ser evitadas, neste contexto, esse acadêmico pode evitar desenvolver atividades matemáticas.

O que nos retorna a reflexão sobre o erro ser tratado como algo ruim. Neste caso, o acadêmico considera que errou por não utilizar ou não relacionar, *a priori*, o conteúdo matemático que a pesquisadora pensou para resolver o problema deles. Não é descrito se a pesquisadora explica ao acadêmico que o m.m.c. se trata de uma forma de resolver aquele problema, o que poderia ser uma forma de acalenta-lo.

Essa nossa interpretação parece um agigantamento de uma situação, entretanto, caso a frustração seja algo recorrente na vida de um estudante pode acarretar uma desilusão dele em relação a Matemática, conforme exposto por Souza (2020) em nossa figura 37.

Neste sentido, dado o direcionamento da pesquisadora em encaminhar os acadêmicos de G2 para uma resolução que eles não tinham cogitado a princípio, não podemos categorizar a relação entre o procedimento de resolução (m.m.c.) e o problema de G2 (encontrar um número comum entre 3, 6 e 4) em: *criatividade*, por não serem eles que propuserem a utilização desse procedimento; *autonomia*, por terem sido direcionados e; *(auto)confiança* dada a atribuição de “ser ruim” ao grupo por um acadêmico que exploramos nos parágrafos anteriores.

Ao analisarmos o procedimento de resolução, os acadêmicos dividem o resultado do m.m.c. pela quantidade de lados dos polígonos e, por não ser detalhado o porquê G2 fez essa divisão, não sabemos se eles possuem um *significado* sobre os procedimentos realizados ou se criaram uma *associação de informações*, mas podemos categorizar como *criatividade* já que não houve uma intervenção da pesquisadora que influencia nesse cálculo matemático. E por



reutilizarem alguns conhecimentos matemáticos como o m.m.c. e a divisão, o que podemos categorizar como uma *repetição de informações*.

E, por último, podemos inferir que os acadêmicos estavam direcionando o foco para a resolução desta parte da atividade, o que podemos categorizar em *atenção*.

Em seguida, a autora descreve o procedimento de resolução do grupo 3 (G3), como podemos observar na figura 42.

Figura 42 – Primeiro parágrafo da página 91 da dissertação de Souza.

O G3 demorou a começar a desenvolver o problema, pois queriam uma fórmula e não queriam pensar por si próprio, ou seja, não estavam habituados a trabalharem desta forma. O grupo iniciou a resolução quando uma das acadêmicas elaborou um pensamento e explicou aos demais “e se fizermos assim, multiplicar a quantidade de lados”. Em resposta, a outra questiona: “como assim?”, então a primeira explica: “veja o quadrado tem 4 lados e o hexágono tem 6, se multiplicarmos $4 \times 6 = 24$, o perímetro vai ser 24, então o quadrado tem que ter 4 lados medindo 6cm cada, da mesma forma o hexágono [...] tem 6 lados medindo 4cm cada”. Podemos observar o modelo seguido por eles na figura 28.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 91).

Como é descrito pela autora na figura 42, percebemos que G3 não estava desenvolvendo a atividade por quererem uma fórmula. Isso nos permite supor que esse grupo não estava tentando resolver enquanto a pesquisadora não informasse a fórmula para solucionar. Desta ação, ou não-ação, podemos interpretar: uma *autonomia* já que o grupo não queria realizar sem uma fórmula e foi respeitado e; uma possível *argumentação*, já que o grupo criou a hipótese de que deve existir uma fórmula para resolver.

Mesmo G3 não desenvolvendo a atividade no momento inicial, não podemos categorizar como uma *emoção negativa prejudicial*, pois eles não necessariamente estariam com medo ou frustrados com a atividade, poderiam apenas não querer desenvolver. Analogamente, também não podemos afirmar que G3 não tinha *interesse/motivação* para desenvolver toda a atividade, mas sim não queriam construir uma fórmula por suporem que ela já existia.

Entretanto, essa não-ação mudou a partir da exposição de uma ideia de resolução de uma acadêmica e, devido a essa ideia, o grupo começou a interagir com o intuito de compreender a resolução que foi proposta, fornecendo indícios de uma possível relação entre o *interesse* e a *microinteração*, além de apontar a presença da *atenção* nesse debate.

Além disso, podemos pressupor que a acadêmica que buscou compreender a ideia da primeira, a incentivou a formular argumentos que explicassem a sua ideia, sendo essa ação



categorizada como *argumentação*. Neste contexto, podemos perceber que há indícios de uma relação entre *microinteração* e a *argumentação*.

Ao analisarmos o pensamento descrito da primeira acadêmica, percebemos que ela reutilizou conceitos e cálculos de multiplicação e de perímetro e os relacionou, o que nos permite categorizar como *repetição* e *associação de informações*. Essa relação entre perímetro e multiplicação foi considerada como uma *associação* porque há uma tentativa de *argumentação* que tenta justificá-la, mas não necessariamente faça sentido essa multiplicação dos lados. E também podemos classificar essa relação de procedimentos como *criatividade*.

Entretanto, a autora afirma que o grupo não encontrou os valores para o triângulo e que ela realizou uma nova intervenção, como podemos observar na figura 43:

Figura 43 – Segundo e metade do terceiro parágrafos da página 91 da dissertação de Souza.

Porém eles não realizaram com o triângulo, então perguntamos se eles conseguiriam fazer o triângulo com o mesmo perímetro, 24 cm. A acadêmica, que já estava um pouco mais envolvida, pensou e disse: “só ver na tabuada do três se tem 24”. Neste momento, uma outra acadêmica respondeu “é oito” e a primeira, ao retomar a fala, afirma “ 3×8 é 24, temos um triângulo com três lados de 8 cm”, como retrata a figura 24. Eufóricos e empolgados falaram: “conseguiamos professora, nem foi tão difícil assim”!

Ao observar a satisfação e animação em terem conseguido resolver essa situação sem nenhuma fórmula dada, mas sim com os estratégias escolhidas entre eles, começaram a se considerar capazes, mudando a conceito de que a matemática é para poucos, e a

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 91).

Antes de realizarmos a análise desse trecho, ressaltamos que o terceiro parágrafo da página 91 de Souza (2020) contém resultados da pesquisa da autora e que não nos convém analisá-los, por isso, suprimimos trechos desse parágrafo. Realizada essa ressalva, prosseguimos.

Ao descrever que G3 não realizou os cálculos com o triângulo, a pesquisadora realizou uma nova intervenção com uma pergunta – se conseguiam fazer um triângulo com o perímetro igual a 24cm –. Nesta intervenção, ela auxilia os acadêmicos a refletirem sobre o perímetro desejado para o triângulo, o que nos permite inferir que a pesquisadora incentivou uma *autonomia* a G3. Tanto que, como consequência dessa intervenção, houve uma *microinteração* entre acadêmicas para resolverem esse problema e encontrarem o valor de 8cm para cada lado do triângulo. Nesta *microinteração*, novamente podemos observar uma *repetição* e *associação* dos conceitos e cálculos de perímetro e multiplicação e, se conseguíssemos interpretar o que motivou a acadêmica a pensar em analisar a tabuada do 3, teríamos indicativos para categorizar essa relação em *significado* ou *associação de informações*.



Aliás, esse pensamento da acadêmica em olhar a tabuada do 3 para ver se tinha essa resposta em comum (o número 24) pode ser considerado como *argumentação*, já que ela cria uma hipótese e busca validá-la. E, dada essa descrição de colaboração entre as acadêmicas para responder o problema, podemos interpretar que elas estavam atentas na atividade (*atenção*).

Após realizada a afirmação da acadêmica ao falar que o triângulo tem três lados de 8cm, podemos interpretar que ela teve segurança tanto em seu pensamento para resolução quanto no auxílio da outra acadêmica ao falar “é oito”, nos permitindo inferir e categorizar essa ação como (*auto*)*confiança*. Essa inferência ainda é corroborada com a descrição da autora em que afirma que o grupo começou a se considerar capaz depois de resolver o problema.

Nos trechos destacados da figura 45 observamos que, ao resolverem o problema da pesquisadora, o grupo ficou eufórico e empolgado com essa resolução, como podemos interpretar pela fala “conseguimos professora, nem foi tão difícil assim!” (SOUZA, 2020, p. 91) e como a autora afirma no parágrafo posterior ao afirmar que ficaram satisfeitos e animados por resolverem o problema, influenciando na (*auto*)*confiança*.

É evidente que essa descrição da autora em que ela enfatiza a animação, empolgação, euforia e/ou satisfação dos acadêmicos do G3 ao resolverem o problema proposto, que podemos considerá-la como indicativo de mobilização de *emoção(ões) positiva(s)*. Aliás, essa empolgação pode *interessar/motivar* esse grupo a continuar desenvolvendo a atividade de Modelagem Matemática, como parece acontecer.

Essa interpretação descrita no parágrafo anterior nos retorna à Damásio (2000) e seu apontamento sobre a possibilidade do estado de prazer se iniciar com o processo de busca e pode aumentar [esse prazer] ao conquistar esse objetivo e, isso, pode nos incentivar a repetir esse processo, neste caso, atividades de Modelagem. Destacamos que essa possível retomada de desenvolver uma atividade de Modelagem já havíamos observado em nossa análise da figura 32, nessa ocasião, a pesquisadora afirmou que os acadêmicos que já tinham tido experiência com Modelagem estavam “mais soltos” e essa descontração poderia ter sido propiciada pelo prazer que eles tiveram ao desenvolver a outra atividade de Modelagem, tanto que recortamos trechos da outra atividade que evidenciasse essa nossa interpretação.

Neste contexto, percebemos que a atividade de Modelagem Matemática pode propiciar uma empolgação ao resolvê-la e que pode acarretar uma motivação inicial na resolução de uma próxima. O que complementa o apontamento dos autores Burak (1992), Barbosa (2001), Araújo (2002), Almeida e Dias (2004) e Almeida e Brito (2005), pois eles descrevem que o interesse dos alunos pela Modelagem parte pelo tema que se relaciona com a Matemática.



Posteriormente, Souza descreve que houve uma explanação dos grupos sobre o processo de resolução da construção de um triângulo (equilátero), um quadrado e um hexágono (regular) com o mesmo perímetro, conforme segue na figura 44.

Figura 44 – Metade do primeiro parágrafo da página 92 da dissertação de Souza.

O restante dos grupos realizou a atividade com tentativas semelhantes aos outros já citados. Depois que terminou a atividade, cada grupo socializou a forma que pensou e foi um momento bem diferente do começo, no qual eles estavam meio receosos, pois durante a explanação da resolução que cada grupo realizou se mostraram envolvidos com o assunto e falavam com propriedade, apesar de terem dificuldade em alguns momentos.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 92).

Novamente, salientamos que o recorte no primeiro parágrafo da página 92 é com o intuito de evitar confusões teóricas, pois a autora inicia uma análise dos dados no trecho recortado.

Ao continuar sua descrição da atividade, a pesquisadora afirma que os acadêmicos estavam mais envolvidos com o assunto e “falavam com propriedade”. Neste contexto, podemos interpretar que esse envolvimento pode ter sido causado pelo possível prazer/engajamento em resolver o problema, o que nos permite categorizar em *interesse/motivação* e em *emoção positiva*. Já esse “falar com propriedade” parece indicar um expor com segurança, como se os acadêmicos estivessem confiantes em suas falas, nos permitindo categorizar essa interpretação em *(auto)confiança*.

A pesquisadora ainda afirma que essa exposição de resultados de cada grupo aconteceu para a turma do curso, o que nos remonta a ideia de que pode ter havido uma interação entre os grupos envolvidos no desenvolvimento, caso tenha acontecido essa interação entre os grupos consideraremos como *macrointeração*. Escrevemos como uma possibilidade de interação, pois não é descrito se houve ou não um diálogo ou se foi apenas uma exposição de ideias.

Dada essa limitação na descrição das explanações, não podemos inferir se houve um incentivo para uma relação entre os modos de desenvolvimento do problema, o que nos permitiria categorizar como uma *associação de informações* e/ou criação de *significado*. E, também por esse motivo, não podemos categorizar a *atenção* por não podermos interpretar se os demais grupos estavam direcionando o foco para a apresentação do grupo que estava expondo as ideias.

Entretanto, se considerarmos pelo menos os acadêmicos dos grupos expondo suas maneiras de resolução, podemos categorizar a *atenção* e *repetição de informações* nessa ação: a primeira, pelo direcionamento do foco em expor as ideias e; a segunda, por repetirem os procedimentos que os direcionaram a solução do problema.



E, com a descrição do processo de resolução dos grupos G1, G2 e G3, a pesquisadora nos fornece indícios da *diversidade de encaminhamentos* de resolução da Modelagem Matemática. Para lembrarmos, G1 pode ter chegado em uma fórmula geral para construção de polígonos diferentes, mas com perímetros iguais pela divisão do tamanho do perímetro com a quantidade de lado dos polígonos; enquanto G2 obteve o resultado utilizando o procedimento de m.m.c. entre a quantidade de lados e; G3, utilizou a estratégia de multiplicar os lados do quadrado e do hexágono e verificar se havia o resultado nessa multiplicação na tabuada do 3 (referenciando o triângulo). Segundo Souza os demais grupos, G4, G5 e G6, utilizaram procedimentos similares aos outros três grupos.

Novamente, devido a não descrição de como ocorreu o debate, não sabemos se a pesquisadora relacionou todos esses modos de resolver, o que poderia auxiliar na criação de *associações* e/ou *significado* dessas resoluções. A autora apenas evidenciou em outro parágrafo que fazia alguns questionamentos sobre como eles chegaram à resposta, como podemos observar na figura 45.

Figura 45 – Último parágrafo da página 92 da dissertação de Souza.

Em meio apresentações, realizamos vários questionamentos, sendo eles relacionados ao caminho utilizado para chegarem à resposta. Percebemos que os grupos consideraram possível as abelhas conseguirem gastar a mesma quantidade de cera para formar alvéolos de diferentes formas geométricas, mas não conseguiam responder por que elas utilizavam o formato de hexágono e não o quadrado por exemplo.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 92).

Após descrever que questionou os encaminhamentos dos acadêmicos para responder o problema proposto durante a apresentação deles, a pesquisadora afirma que percebeu uma hipótese dos acadêmicos, de que as abelhas gastariam a mesma quantidade de cera para formar alvéolos de mel de diferentes formas geométricas (triângulo, quadrado e hexágono).

Destacamos essa descrição por algumas limitações de interpretação: 1) não é possível saber como os acadêmicos chegaram naquela hipótese; 2) como eles relacionaram a construção do mosaico, as figuras geométricas com perímetros iguais e a possível utilização da mesma quantidade de cera para formar os alvéolos de mel e; 3) nem saber se houve uma intervenção da pesquisadora para direcioná-los para tal construção de hipótese.

E, devido a essa escassez de informações na descrição, nos direciona supor que em algum momento houve uma relação entre o mosaico, as figuras geométricas com perímetros iguais e a hipótese da utilização da mesma quantidade de cera para formar os alvéolos. Mesmo assim, não conseguimos categorizar se essa relação desses quatro fatores possuem um *significado* ou se foram apenas uma *associação de informações*.



Entretanto, podemos considerar que a criação da hipótese de supor que as abelhas usassem a mesma quantidade de cera para construir as três possíveis formas geométricas do alvéolo (triângulo, quadrado e hexágono) pode ser derivada da possibilidade de construir essas formas com o mesmo perímetro. Neste contexto, há uma relação entre a Matemática e a Biologia, mais especificamente, entre construção de figuras geométricas diferentes com o comportamento das abelhas. Essa relação recai na impossibilidade de classificar se é uma relação com *significado* ou apenas uma *associação de informações*, como abordados anteriormente, contudo, podemos classificar essa hipótese como *argumentação e relação com outras áreas do conhecimento*.

Ao retornarmos à análise desta atividade de Souza, ponderamos que pela nossa interpretação da figura 32, a autora não apresentou a situação-problema da atividade – por que as abelhas constroem os alvéolos de mel no formato hexagonal? –, porém nos parece que em algum momento no debate com os grupos ela os questionou com esse problema já que descreve que eles não sabiam responder por que as abelhas “utilizam” o formato hexagonal e não o quadrado. Essa nossa interpretação é corroborada as falas descritas na figura 46:

Figura 46 – Primeiro parágrafo da página 93 da dissertação de Souza.

Um dos acadêmicos respondeu “*boa pergunta professora, pois o hexágono é o mais difícil de desenhar, deve ser difícil para elas construir perfeitamente também, tem que ter um porquê*” e um outro complementa “*talvez a capacidade*”. Com isso, questionamos então sobre a capacidade e a relação entre área e capacidade. Um deles perguntou: “*Como vou saber se a capacidade deles é a mesma?*”, “*Medindo a área*” respondeu outro acadêmico. Voltamos a questionar se somente a área influenciaria e a resposta do grande grupo foi sim. Nesse momento, uma das acadêmicas argumentou: “*lá vem a professora complicar as coisas, eu até hoje não aprendi a área do triângulo, por que é dividido por dois, quem dirá essa coisa do hexágono*”.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 93).

No diálogo descrito entre os acadêmicos, podemos interpretar uma interação em que idealizam uma hipótese – “talvez a capacidade” (SOUZA, 2020, p. 93) – para solucionar o problema. Com isso, podemos inferir algumas de nossas categorias: 1) há uma interação durante o debate entre a turma, o que podemos categorizar como *macrointeração*; 2) a fala do acadêmico “talvez a capacidade” sinaliza que o acadêmico fez uma hipótese, o que nos permite categorizar em *argumentação* e; 3) o termo “talvez” indica que o acadêmico tem uma cautela nessa hipótese, o que aponta para uma *críticidade*, e/ou um receio/medo em errar pode ser considerada uma possível *emoção negativa* o que pode acarretar uma insegura ((*auto*)confiança prejudicada).



Ao considerarmos o “talvez” como um receio em errar, reforça a nossa reflexão sobre o erro no processo de aprendizagem poder se relacionar com *emoções negativas prejudiciais* e, com isso, tender a não ser evitado. Entretanto, devemos considerar minimizar as consequências emocionais negativas para que o erro não desanime as tentativas dos alunos e sim que os motivem a continuar resolvendo. Assim, embora o erro podre continuar sendo uma *emoção negativa*, por acarretar uma possível frustração, a percepção sobre ele pode ser alterada de tal forma que possa modificar uma relação dele com *emoções negativas prejudiciais* para *emoção negativas potenciais*.

Ao retornarmos ao contexto do “talvez” e considerarmos esse como uma manifestação de um medo/receio de errar, podemos considerar como uma possível mobilização de *emoções negativas potenciais*, pois tentou criar uma hipótese mesmo que ele tenha medo de errar. Ou seja, tentou prosseguir a atividade mesmo com insegurança em seu raciocínio.

Ao analisarmos as interações entre a pesquisadora e os acadêmicos para resolverem a situação-problema da atividade de Modelagem, que podemos classificar como *macrointeração*, percebemos que os acadêmicos argumentaram a favor de calcularem apenas a área para descobrirem a capacidade de armazenamento de cada figura geométrica.

No início, consideramos que essa sugestão de calcular a área um erro conceitual sobre área e/ou volume, porque entendemos que área se refere à medida da superfície de algo enquanto volume se refere à capacidade de um objeto em armazenar algo. Entretanto, posteriormente no texto, percebemos que se trata tanto de um erro conceitual quanto uma dedução lógica (consideraram todos os prismas com a mesma altura), como que analisaremos na figura 49.

Por isso, essa relação entre a capacidade e a área das figuras geométricas pode ser considerada, respectivamente, como *associação de informações* e *significado*, pois a primeira foi uma relação sem causalidade enquanto a segunda possui um motivo/um sentido em utilizar/relacionar esses conceitos.

É importante relevarmos que embora a intervenção da pesquisadora em aconselhar os acadêmicos a repensarem a área tenha sido rejeitada pelos acadêmicos, retornarmos à nossa reflexão sobre a possibilidade de orientações acarretarem uma limitação na *autonomia* e *criatividade* dos alunos (entre outras categorias), porque essa intervenção poderia direcionar os acadêmicos a resolverem de uma forma que não cogitaram ou não resolveriam utilizando aquele conteúdo matemático inicialmente, neste caso, ela parece direcioná-los a utilizarem o volume ao invés da área.



Em seguida, é descrito que uma acadêmica não compreendia o porquê a área do triângulo era dividida por 2 e utilizou dessa justificativa para argumentar que não entenderia a área do hexágono, com isso, podemos considerar essa hipótese como *argumentação*. Aliás, podemos considerar que essa acadêmica sabe calcular a área, porém não compreende toda a fórmula, isso nos permite inferir que essa aprendizagem da acadêmica fosse apenas uma *associação* entre a fórmula e como utilizar.

Isso nos retorna à importância de atribuir um *significado* para aquilo que ensinamos já que pode desencadear um anseio no aluno em compreender o que está fazendo e, caso o professor não o faça compreender, esse aluno pode se frustrar (como aconteceu com essa acadêmica) ou apenas aguardar uma fórmula para resolver os problemas (como aconteceu com o G3), sendo essa última possibilidade (caso G3) uma possível consequência da primeira (caso da acadêmica) que pode ter propiciado uma emoção negativa (frustração).

Como descrevem Cosenza e Guerra (2011), o processo de conservação de uma informação possui três etapas: repetição, associação e consolidação de informações. Como estamos percebendo neste trabalho, a associação não necessariamente possui uma justificativa, um porquê, um motivo para ela ser feita, apenas é realizada. Neste sentido, há como aprendermos sem necessariamente termos um significado ou uma emoção junto com a informação. Entretanto, devemos nos questionar se ela é benéfica aos alunos já que não sabem por que estão aprendendo aquele conteúdo ou por que aquele conteúdo é daquela forma²⁴.

Um exemplo é a aprendizagem da acadêmica sobre a área do triângulo. Ela consolidou a informação da área do triângulo devido, talvez, apenas à repetição do procedimento com uma possível associação entre a figura do triângulo e a fórmula para calcular a área somada com uma frustração de não saber o porquê de a fórmula possuir uma divisão por 2. Neste caso, percebemos que a frustração da acadêmica é forte porque ela relembra esse conteúdo com essa emoção e a utiliza como argumento para informar que não compreenderá a outra.

A par destas constatações, há a necessidade de refletirmos, como professores, se a aprendizagem apenas para saber daquele conteúdo sem relacionar com outras informações é realmente benéfica aos nossos alunos.

Realizada essa reflexão, retornamos para a análise do texto de Souza da figura 47.

Figura 47 – Terceiro parágrafo da página 93 da dissertação de Souza.

24 Alguns trabalhos científicos podem se referir a esse modo de aprender como memorização ou decoração.



Observando essa dificuldade em relação aos conteúdos, resolvemos explicar sobre algumas fórmulas para calcularmos a área de certas figuras geométricas. Iniciamos questionando a fórmula da área do triângulo: se eles sabiam por que, nessa fórmula, há uma divisão por dois. Como resposta, a maioria comentou não saber o motivo, **outros alegaram ser apenas mais uma fórmula**. Neste contexto, construímos no quadro um quadrado e explicamos como calculamos a área dele. Em seguida, traçamos uma diagonal nesse quadrado, dividindo-o em duas partes, e explicamos que a área do triângulo é a metade da área do quadrado. Com essa explicação, eles ficaram espantados e argumentaram: *“por que nunca disse isso antes? Agora faz todo o sentido”, “eu não acredito que é tão simples assim!”*, outro acadêmico apontou e disse, *“‘tá’ bom, o triângulo parece fácil, mas agora esse tal de hexágono? Só o nome já é difícil, cheio de lado, não vou aprender nunca”*.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 93).

Na figura 47, percebemos que a pesquisadora direciona sua atividade de Modelagem Matemática para uma explanação sobre cálculos de áreas das figuras geométricas quadrado e triângulo, especificamente, à dedução dessas fórmulas. Essa ação da pesquisadora, em parar a atividade e auxiliar os acadêmicos no entendimento de um conteúdo, pode ser considerada como um possível incentivo a *confiança*.

Esse incentivo na confiança está no contexto da criação ou estreitamento na relação entre professor e aluno, onde o último se sente confiante em expor que não sabe de algum conteúdo ou expor sua frustração com algo (como tivemos indícios de que ocorreu anteriormente) ao primeiro, em vez de um incentivo do aluno se sentir capaz de resolver um problema. É prudente destacarmos que essa confiança em se expor ao professor não necessariamente seja da Modelagem Matemática, pode ser derivada da pesquisadora que está desenvolvendo uma aula com Modelagem. Sendo assim, podemos inferir que essa confiança na relação professor-aluno também possa ser estimulada pela Modelagem por permitir esse diálogo mais proximal.

Ao prosseguirmos no texto, percebemos que a pesquisadora descreve que houve uma pequena interação entre ela e os acadêmicos, mas como foi apenas uma pergunta e uma resposta com alguns comentários – como ela descreve – e não gerou um diálogo entre todos os envolvidos, não consideramos como *macrointeração*.

No trecho destacado da figura 47, em que a autora descreve que alguns acadêmicos alegaram se tratar apenas de uma fórmula ao se referirem ao cálculo da área do triângulo, nos remete à reflexão sobre o aprender com um significado, um porquê se fazer aquela operação ou fórmula. Novamente, temos um indício de que alguns conteúdos matemáticos são *associações*



de informações sem causa. Frisamos que isso é uma forma de aprender, afinal, consolidou as informações no cérebro. Contudo, a pergunta sobre a qual devemos refletir é: é benéfico meu aluno aprender aquele procedimento sem saber que possui um motivo ou uma relação para ele?

Entretanto, como fizemos essa ressalva no capítulo sobre Neurociência, é imprudente pensarmos que uma relação entre o cotidiano do aluno e o conteúdo não nos garante que o aluno saberá o porquê dessa fórmula, apenas é mais uma informação para ser associada. Neste sentido, é que interpretamos significado como uma justificativa, isto é, um entendimento que exprime um saber de maneira clara (DÍCIO, 2009-2020²⁵), como advertimos em nosso capítulo de procedimentos metodológicos.

A par dessas informações, podemos categorizar que essa aula dentro da atividade de Modelagem realizada pela pesquisadora pode gerar um *significado*, pois a autora justifica a área do triângulo a partir da área do quadrado. E esse significado é tão impactante nos acadêmicos que, como a pesquisadora descreve, ficaram espantados com tamanha simplicidade. Podemos admitir esse “espantados” como sinônimo de impressionados com essa explicação e, como já descrevemos anteriormente, temos dois significados para impressionados: 1) comoção e; 2) maravilhado.

Retornando a explicação desses significados: 1) comoção pode ser interpretada como tristeza e essa se relaciona como uma *emoção negativa*, enquanto; 2) maravilhado pode ser entendida como alegria e esse se relaciona como uma *emoção positiva*. No contexto desse trecho da figura 47, podemos assumir que os acadêmicos estavam maravilhados/alegres por entenderem o porquê da fórmula da área do triângulo, logo, consideramos como *emoção positiva*. Aliás, esse espanto na explicação, pode *motivar/interessar* os acadêmicos a entenderem outras áreas de figuras geométricas, podemos exemplificar com o apontamento do acadêmico sobre a área do hexágono.

Esse apontamento do acadêmico nos parece propor um “desafio” à pesquisadora, pois afirma que a área do triângulo é fácil, mas a do hexágono é cheio de lados o que infere ser difícil. Esse adjetivo “difícil” exposto pelo acadêmico na descrição da autora se relaciona a algo que demanda um trabalho extenso, massivo (DÍCIO, 2009-2020²⁶), ou seja, estressante. Neste contexto, o pré-julgamento de um possível trabalho árduo para “solucionar” o porquê da fórmula do hexágono está sendo classificada como estressante, entediante, algo que não produz

25 Disponível em: <https://www.dicio.com.br/significativo/>. Acessado em 19 jun. 2020.

26 Disponível em: <https://www.dicio.com.br/difícil/>. Acessado em 19 de jun. de 2020.



prazer ao acadêmico. Sendo assim, o adjetivo “difícil” pode estar relacionado a uma *emoção negativa*, já que não fornece prazer ao desenvolver.

Ao conseguirmos identificar que se trata de uma *emoção negativa*, devemos observar indícios que nos auxiliem a interpretar se ela ou é *potencial* (mesmo não sendo prazerosa, o acadêmico pode realizar os procedimentos para entender) ou é *prejudicial* (dando sinais de que não quer mais fazer). Assim, considerando que o acadêmico nos parece propor um desafio à pesquisadora para fazê-lo entender, pode indicar que se trata de uma *emoção negativa potencial* – mesmo sendo difícil, quero entender –.

E, ainda sobre esse espanto descrito pela autora, podemos interpretar que os acadêmicos estavam atentos à explicação dela, o que podemos classificar como *atenção*. Além disso, parece-nos haver uma reutilização de conteúdos matemáticos, como áreas das figuras geométricas (quadrado e triângulo, neste caso), o que nos permite categorizar em *repetição de informações*.

Após os manifestos dos acadêmicos, a pesquisadora afirma que começou a explanar sobre o hexágono, questionando a turma sobre possíveis divisões dessa figura geométrica, conforme podemos observar na figura 48.

Figura 48 – Último parágrafo da página 93 da dissertação de Souza.

Iniciamos a explanação sobre o hexágono e fizemos várias perguntas, principalmente, em relação em como dividi-lo. Um dos acadêmicos respondeu: “é possível dividir em triângulos”, então questionamos sobre os lados desses triângulos até chegarmos à definição de triângulo equilátero. Com isso, foram percebendo que o hexágono é formado por seis triângulos equiláteros e que sua área poderia ser calculada a partir da área de um triângulo multiplicado por seis. Eles pareciam abismados, gesticulavam e não paravam de falar, um deles comentou: “Que coisa legal professora nunca tinha pensado dessa forma, se explicar assim para meus alunos eles vão até gostar de matemática”.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 93).

Ao descrever que questionou os acadêmicos acerca de como dividir um hexágono, podemos interpretar essa ação da pesquisadora como estimuladora de criação de procedimentos para dividir esse polígono, o que nos permite categorizar como *criatividade*. E podemos perceber que a pesquisadora afirma ter realizado “várias perguntas” até um dos acadêmicos responder que é possível dividir em triângulos, o que nos permite categorizar como *macrointeração*.

Não é possível interpretarmos se teve ou não outras (relações de) informações além da divisão do hexágono em triângulos que façam uma justificção no encaminhamento dessa



relação, por isso, não conseguiremos estipular se houve uma possível *associação de informações* ou *significado*. Mas, ao simplificarmos a possibilidade de divisão do hexágono em triângulos, podemos supor que há uma relação entre essas duas informações que categorizamos como *associação de informações* já que não necessariamente os acadêmicos saibam o porquê de dividirem o hexágono em outras figuras geométricas.

Ao continuar a descrição do encaminhamento da atividade, a pesquisadora afirma que ela questionou os acadêmicos até definirem triângulo equiláteros. Nessa ação da pesquisadora, não nos é informado como ela direcionou os acadêmicos até essa definição, se os acadêmicos foram direcionados ou se sugeriram os triângulos equiláteros, por isso, não há dados que nos forneçam indícios de categorias que poderiam ser elencadas.

Após definirem o triângulo equilátero, a pesquisadora descreve que os acadêmicos perceberam que o hexágono pode ser formado seis triângulos equiláteros e que para calcular sua área seria necessário calcular a área de um triângulo (equilátero) e multiplicá-la por seis. Dado essa descrição, não sabemos como se desenrolou desde a definição de triângulo equilátero até encontrarem a fórmula da área do hexágono.

É importante salientarmos que essa dedução da fórmula da área do hexágono proposto pela pesquisadora se refere a um hexágono regular. Esse polígono, junto com o triângulo (equilátero) e o quadrado, foram os polígonos considerados pelos acadêmicos para a construção de um mosaico sem lacunas (preenchimento de um plano), indiretamente, pela forma que construíram os polígonos com o mesmo perímetro. Aliás, advertimos que o retângulo também preenche o plano, mas ele não foi considerado pelos acadêmicos.

Ao retornarmos para a dedução da fórmula da área do hexágono regular, podemos interpretar que essa construção parece ter um sentido, um motivo que a justificasse, o que nos permite categorizar essa fórmula como um possível conhecimento com *significado*.

Além disso, a pesquisadora afirma que foram os acadêmicos que perceberam que o hexágono poderia ser formado por seis triângulos equiláteros, o que nos possibilita categorizar essa ação como *criatividade*. E, com essa ação, podemos interpretar que os acadêmicos estavam atentos e engajados no desenvolvimento da fórmula do hexágono, o que nos permite classificar como *atenção* e *motivação/interesse*.

Aliás, esse engajamento pode ter acarretado satisfação após encontrarem a fórmula, como aponta Damásio (2000) e como podemos interpretar das descrições da pesquisadora após solucionarem o problema, nos possibilitando em categorizar essa possível satisfação em *emoção positiva*.



Ao retornar para o debate sobre a capacidade dos favos de mel, a autora descreve o seguinte (figura 49):

Figura 49 – Terceiro parágrafo da página 94 da dissertação de Souza.

Em relação a discussão sobre capacidade dos favos de mel, continuamos com nossos questionamentos sobre o formato hexagonal. Eles pensavam, pareciam tímidos nas respostas e diziam que era difícil. Após algum tempo, um aluno disse timidamente que capacidade seria a mesma coisa que volume e então começaram as considerações: “*professora a partir da área já conseguimos saber o volume, pois se a área é maior consequentemente o volume também será*”, “*o nosso grupo fez e chegamos que o hexágono tem a maior área*”.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 94).

Neste trecho da atividade de Souza presente na figura 49, notamos que alguns acadêmicos entendem a capacidade como a área das figuras geométricas, o que é o erro conceitual; enquanto outros admitem os favos de mel como prismas de alturas iguais e com base de formatos diferentes (triângulo, quadrado e hexágono), o que justifica apenas a utilização da área em vez do volume. Com isso, é interessante advertirmos sobre a necessidade de compreender as relações que os alunos fazem para resolver algum problema, pois podem relacionar equivocadamente um conceito ou procedimento (como aconteceu com a capacidade e a área) ou ter um pensamento “avançado” de inferências (como a desconsideração da altura dos prismas).

Dado esses dois contextos de respostas, como exploramos anteriormente na análise da figura 46, podemos ter uma *associação* (equivocada) entre capacidade e área e um *significado* entre a capacidade e o cálculo da área (base dos prismas) das figuras. Todavia, não é descrito posteriormente, uma explicação que evidenciasse aos acadêmicos porque a inferência do grupo de apenas verificar qual área é maior influenciaria diretamente na capacidade estava correta, o que podemos considerar novamente como uma *associação de informações*. Caso tenha sido realizado essa justificativa, então essa *associação* pode tornar-se um *significado*.

Durante essa interação e exposição de raciocínio do grupo que resolveu a atividade, o que consideramos como *macrointeração*, podemos observar tanto uma *argumentação* quanto uma *críticidade*. A argumentação está na criação da hipótese de que a altura não influenciaria no cálculo e a *críticidade* está presente em dois momentos: 1) ao afirmar que a capacidade é volume e não área e; 2) na utilização dessa hipótese para contestar a primeira.

Neste contexto, a partir da desconsideração da altura do prisma e considerando apenas a área da base desses, o grupo destacou que a base hexagonal possui a maior área, logo, possuiria o maior volume. É perceptível que esse grupo de acadêmicos se engajou de



determinada forma para resolver essa situação-problema que, enquanto o restante da turma estava alegando dificuldade para resolver, eles resolveram. Sendo assim, devido a esse engajamento desse grupo, podemos considerar que seus integrantes estavam *interessados/motivados* para resolverem a situação-problema em particular. Essa resolução pode acarretar uma sensação de prazer (e essa se vincula com *emoção positiva*) nesses integrantes por terem alcançado o objetivo da atividade, como observaremos na figura 50.

Já os demais grupos, podemos supor que também poderiam estar motivados já que continuavam tentando resolver embora com bastante dificuldade, mas não conseguimos identificar possíveis emoções que o restante dos acadêmicos poderia estar mobilizando. Além disso, pela *macrointeração* descrita, podemos inferir que os acadêmicos estão direcionando o foco deles à atividade, o que nos permite categorizar como *atenção*.

Ao retornarmos ao texto, a pesquisadora descreve que o grupo que resolveu o problema estava empolgado e solicita que os integrantes explicassem para o restante da turma como haviam resolvido a situação-problema, conforme podemos observar na figura 50.

Figura 50 – Quarto parágrafo da página 93 da dissertação de Souza.

O grupo se mostrava empolgado por ter finalizado, então pedimos para que explicasse a forma que havia pensado. Os integrantes ficaram animados e, ao mesmo tempo, receosos, por isso, pediram para que verificássemos se os cálculos realizados estavam corretos. Quando falamos que estavam corretos, foi uma grande comemoração e tivemos relatos como: “Não acredito em professora! Está tudo certo mesmo?”, “que emoção”, “Acho que aprendi mesmo e nem foi tão chato como de costume”.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 93).

Ao descrever que o grupo estava empolgado, a pesquisadora corrobora com a nossa interpretação de que os acadêmicos poderiam sentir prazer ao finalizar a atividade, o que nos permite categorizar essa empolgação como *emoção positiva*. Esse prazer em resolver pode ter aumentado ou ser melhor exposto quando a pesquisadora confirmou que o grupo estava correto, o que podemos observar na euforia descrita da “grande comemoração”.

Neste contexto, retornamos sobre o prazer que a atividade de Modelagem pode propiciar ao resolvê-la, conforme aponta Damásio (2000) sobre nosso prazer ser aumentado quando comparado com o processo de busca. Ademais, podemos inferir que a pesquisadora conseguiu *motivar/interessar* os acadêmicos (deste grupo, em particular) com essa atividade de Modelagem devido a esse engajamento na resolução. E, ainda, podemos inferir que esse grupo de acadêmicos estava direcionando o foco para a atividade de Modelagem, o que nos permite categorizar em *atenção*.



Quando a pesquisadora convoca o grupo para explicar os procedimentos realizados por ele, os acadêmicos integrantes solicitam que ela verificasse se estavam corretos. Compreendemos essa ação dos acadêmicos, pois os cálculos realizados por eles podem estar errados e esse erro pode estar relacionado com *emoções negativas prejudiciais*, como o medo e a frustração. Isso pode decorrer pelo erro ainda ser considerado como inadmissível, algo que não é permitido ou que é vergonhoso e não como uma possibilidade de aprendizado. Neste momento, achamos que seria interessante a pesquisadora solicitar primeiro que falassem para a turma e depois averiguasse se estava correto ou não, propiciando uma possível *(auto)confiança* nos acadêmicos e podendo amenizar as consequências emocionais advindas do possível erro.

É interessante realçarmos que esse medo de errar pode não estar relacionado ao julgamento do professor, mas sim ao possível julgamento dos demais alunos, o que reforça a necessidade de refletir com eles, os alunos, sobre o erro ser uma tentativa e não algo condenável.

Ao retornarmos às falas dos acadêmicos, depois da confirmação pela pesquisadora que estava correta, há uma frase em que um dos acadêmicos afirma que aprendeu e não foi chato como costuma ser. Dada essa frase, nos parece que esse acadêmico *refletiu* sobre seu conceito das aulas de Matemática, que é possível ter aulas dessa disciplina que não sejam chatas, nos fornecendo indícios de que possivelmente as aulas de Matemática para esse acadêmico não chamavam tanta atenção devido estarem relacionada com uma emoção negativa [chata].

Em seguida, a autora descreve o processo de validação, porém sintetizaremos os indícios de relação que encontramos nessa atividade na tabela 6.

Tabela 6 - Síntese das interpretações do processo de construção de Souza.

CATEGORIA	FATOR DESENCADEADOR	CONSEQUÊNCIA	CATEGORIA RESULTANTE
...	Foco na resolução da atividade	Participações condizentes com o contexto	Atenção
Macrointeração	Intervenções do pesquisador	Relações e inferências criadas pelos alunos	Autonomia Criatividade Críticidade
			Repetição Associação Reflexão Críticidade Criatividade (Auto)confiança Argumentação Autonomia Relação com outras áreas do conhecimento



			Significado Diversidade de encaminhamentos
Microinteração	G1	Processo de resolução do grupo	Repetição Associação Autonomia Criatividade
	G2 + pesquisadora	Processo de resolução do grupo	Emoção negativa prejudicial Autonomia (Auto)confiança
			Repetição Associação
	G3 + pesquisadora	Processo de resolução do grupo	Emoção positiva Repetição Associação Autonomia Argumentação Criatividade Interesse/Motivação
Emoção negativa prejudicial	Direcionamento a uma solução da pesquisadora (G2)	“Ruim”	(Auto)confiança
Repetição + Associação	Relações entre procedimentos, formas de apresentar a resposta	Processo de desenvolvimento da atividade	Criatividade Argumentação Críticidade
Emoção positiva	“Mais soltos”	Segurança	(Auto)confiança
	Engajamento dos alunos em desenvolver a atividade	Resolução da atividade de Modelagem	Motivação/interesse

Fonte: Autores (2020).

Novamente, não conseguimos interpretar uma categoria que influenciasse a *atenção*, porém é ela que torna possível a realização das demais, seja para que aconteça *interações/envolvimentos* ou seja para realizar *repetições de informações* entre outras.

Nas categorias de *interações/envolvimentos*, *macro* e *microinterações*, notamos o retorno de algumas categorias que parecem ser influenciadas por essas interações como a *repetição* e *associação de informações*, possíveis construções de *significado*, *criatividade*, *argumentação*, *(auto)confiança* e *autonomia*. Essas influências podem ser tanto para propiciar quanto evitar ou limitar tais categorias por meio das interações e essas foram feitas, em grande parte, pela pesquisadora.

Dentre todas as interações realizadas, destacamos aquelas que a pesquisadora busca auxiliar os acadêmicos em sua resolução da situação-problema. Em determinadas situações, a



Souza parece direcionar os acadêmicos a um procedimento e/ou cálculo matemático que não necessariamente eles utilizariam para resolverem a atividade de Modelagem Matemática, assim como observamos em Ovando Neto.

Esses direcionamentos, nos pareceu limitadores da independência dos acadêmicos do processo de resolução, o que pode acarretar uma falta de segurança deles e até uma mobilização de *emoções negativas prejudiciais*, como no caso que um acadêmico classificou o grupo 2 como “ruim” por não pensarem no mesmo procedimento da pesquisadora. Isto é, esses direcionamentos nos pareceram limitadores da *autonomia* e *(auto)confiança*, além de poderem mobilizarem *emoções negativas prejudiciais*. Embora esses direcionamentos evitem categorias, eles também podem propiciar outras categorias como a *repetição* e *associação de informações*.

Por fim, percebemos que a *emoção positiva* e a *motivação/interesse* estão presentes no mesmo contexto, em momentos diferentes, ora os acadêmicos estavam engajados porque estavam pareciam sentir prazer ao desenvolver (*emoção positiva* → *motivação/interesse*) ora pelos acadêmicos estarem gostando de desenvolver pareciam motivados (*motivação/interesse* → *emoção positiva*). E conseguimos interpretar em Souza que, ao mobilizar *emoções positivas*, de alguma forma, influenciava na *(auto)confiança* em desenvolver a atividade e/ou participar das interações.

Aliás, é importante ponderarmos nossa dificuldade em identificar as *emoções* mediante a escrita de terceiros sobre ações de outrem, já que há pequenas sutilezas em expressões faciais e/ou em tons de voz que poderiam facilitar a interpretação delas, porém não foram interpretadas nas descrições dos autores.

5.2.3 Validação

Em seguida, a autora descreve como G3 desenvolveu a atividade (figura 51), porém salientamos que a autora não afirma se esse processo de resolução se refere ao grupo que terminou a atividade de Modelagem e solicitou sua correção para verificar se estavam corretos que foi descrito anteriormente.

Figura 51 – Primeiro parágrafo da página 95 da dissertação de Souza.



A figura 29 traz a resolução feita pelo G3, onde os acadêmicos desse grupo explicaram que as três figuras que eles construíram tinham o mesmo perímetro, 24 cm, sendo um triângulo equilátero de lado 8 cm, um quadrado de lado 6 cm e um hexágono de lado 4 cm. E, devido à explicação sobre a área do hexágono regular ser calculada a partir da área de triângulo equilátero multiplicado por 6, houve a necessidade de encontrarem o valor da altura desse triângulo para calcular sua área. Neste sentido, eles dividiram o triângulo equilátero para descobrirem sua altura, para isso, utilizaram o teorema de Pitágoras e encontraram o valor igual a $4\sqrt{3}$, em seguida, calcularam a área e depois multiplicaram por 6 chegando que a área do hexágono é $24\sqrt{3}$, e que a área do triângulo e do quadrado eram menores como mostra a parte inferior da figura 29.

Fonte: Adaptado de Souza (2020, p. 95).

Na figura 51, a autora descreve como G3 resolveu o problema: consideraram o perímetro como 24cm; assim, construíram as figuras geométricas para que tivessem esse valor, o que resultou em um triângulo com lados de 8cm, um quadrado com lados de 6cm e um hexágono com lados de 4cm; como a fórmula do hexágono necessita ter a área do triângulo e esse, necessita da altura dele, então dividiram o triângulo e utilizaram o teorema de Pitágoras para encontrar o valor da altura e; ao encontrarem esse valor, calcularam a área do hexágono.

Por essa descrição, não podemos saber se houve uma *macrointeração* em torno dessa resolução, se essa resolução foi do grupo que havia finalizado a atividade na figura 49 ou se a professora auxiliou os acadêmicos em algum momento, entre outras considerações. Neste contexto, admitiremos que o G3 seja o mesmo grupo que o excerto da figura 49 faz menção.

Assim, com essa descrição, é possível interpretarmos que os acadêmicos foram *autônomos* no processo de desenvolvimento deles, tanto que utilizaram o teorema de Pitágoras (conteúdo não informado que foi revisto ou ensinado) para resolverem o problema. E, por relacionaram o teorema de Pitágoras para solucionar o problema da altura do triângulo, podemos interpretar como *repetição de informações e criatividade*. A descrição da utilização do teorema de Pitágoras para encontrar a altura não nos fornece indícios de como essa relação foi criada, mas tendemos a considerar como *significado*, pois entendemos que para realizá-la existe a necessidade de identificarem o ângulo reto que o segmento definido como altura faz com o segmento definido como base e, então, utilizarem o teorema de Pitágoras. Entretanto, é prudente não classificarmos essa relação nem como *significado* nem como *associação de informações* por escassez de detalhes.

Além disso, podemos inferir que os acadêmicos estavam seguros e confiantes no processo escolhido por eles, resultado na classificação dessa ação como *(auto)confiança*, já que não questionaram a pesquisadora sobre a possibilidade de utilizar o teorema de Pitágoras –



mesmo que, por admitirmos que G3 é o mesmo grupo que finalizou a atividade anteriormente, solicitaram a correção da pesquisadora para verificar se estavam corretos.

A autora Souza termina sua atividade da abelha com esse excerto da figura 51, com isso, realizamos a síntese dessa nossa análise na tabela 7:

Tabela 7 - Síntese das interpretações do processo de validação de Souza.

CATEGORIA	FATOR DESENCADEADOR	CONSEQUÊNCIA	CATEGORIA RESULTANTE
(Auto)confiança	Segurança na independência	Iniciativa de buscar solução	Autonomia
Autonomia	Resolução sem intervenção da pesquisadora	Utilização de procedimentos que julgam ser adequados	Repetição Criatividade

Fonte: Autores (2020).

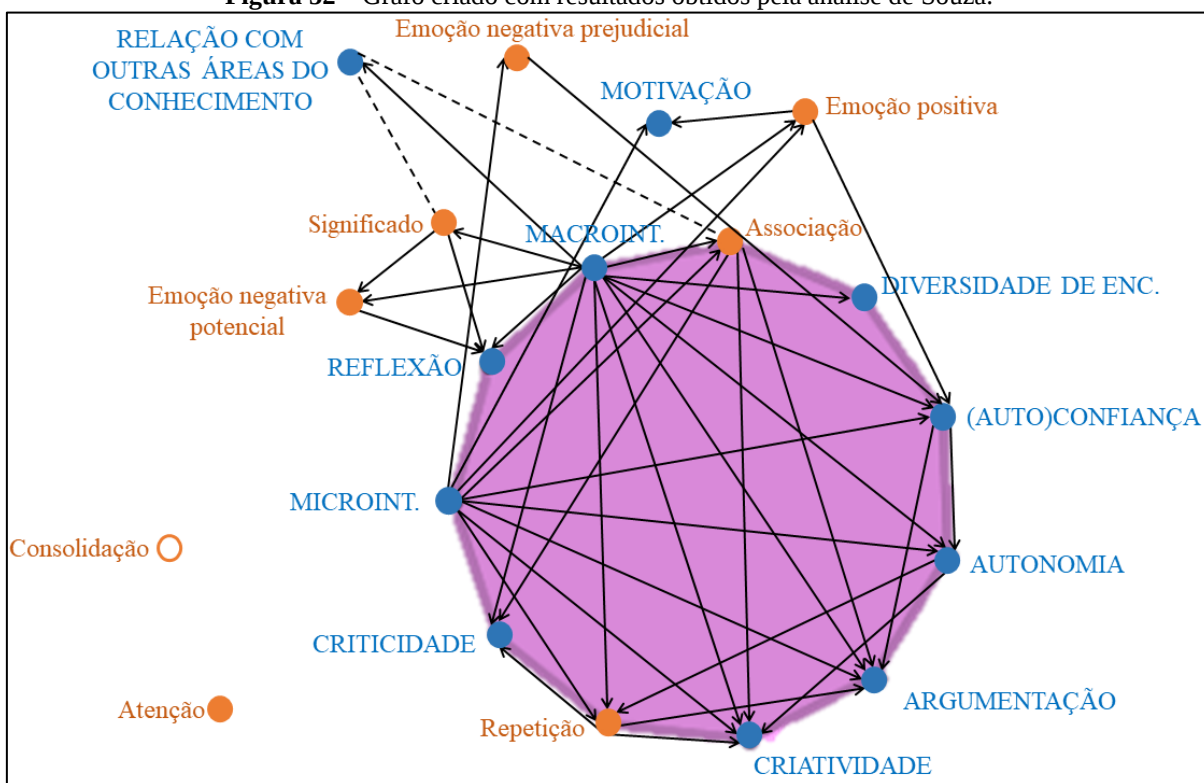
Pela tabela 8, percebemos que a *autonomia* dos acadêmicos pode ter sido influenciada pela segurança que eles tinham em seu processo de resolução ((*auto*)*confiança*) e, com essa independência, puderam utilizar a *criatividade* para relacionar procedimentos e realizar *repetição de informações* que julgaram como necessário para resolver o problema (como o teorema de Pitágoras, por exemplo).

5.2.4 Resultados

A par destas informações da atividade de Modelagem Matemática de Souza, percebemos alguns indícios de relações presentes entre categorias tanto das características de Modelagem quanto dos apontamentos das Neurociências e entre elas, conforme podemos observar na figura 52.



Figura 52 – Grafo criado com resultados obtidos pela análise de Souza.



Fonte: Adaptado de Graph Editor (2020).

A figura 52 possui um grafo em que cada vértice representa uma das nossas categorias e cada aresta representa uma relação entre tais vértices. Os vértices na cor azul representam as categorias das características da Modelagem Matemática; já os vértices em laranja, são categorias dos apontamentos das Neurociências; em roxo temos um undecaedro meramente ilustrativo e; em preto, são as setas que informam quais categorias foram influenciadas por cada vértice.

Durante a análise da atividade de Souza, percebemos que em alguns momentos a descrição da atividade nos permitiu analisarmos alguns indícios de relações de categorias de forma mais detalhada e, em outros, apenas supomos algumas relações. Além disso, houve indícios que percebemos em Ovando Neto e que reapareceram na atividade de Souza como, novamente, a aresta em serrilhado que interliga a *relação com outras áreas do conhecimento* com o *significado* simboliza que a última pode estar vinculada com a primeira se analisarmos em um contexto teórico como apontou Oliveira Júnior e Rosa (2020), entretanto, não conseguimos indícios que elas se influenciam, tanto que consideramos uma possível relação entre a *relação com outras áreas do conhecimento* com a *associação de informações*.

Também não conseguimos interpretar uma relação entre *relação com outras áreas do conhecimento* e a *motivação/interesse* dos alunos, conforme apontavam nosso referencial teórico (ALMEIDA; BRITO, 2005; ALMEIDA; DIAS, 2004; ARAÚJO, 2002; BARBOSA,



2001; BURAK, 1992); assim como categorias que pudessem influenciar a *atenção*, nós a interpretamos em alguns contextos, porém não conseguimos identificar nenhuma categoria que pareceu influenciá-la.

Aliás, tanto em Ovando Neto quanto em Souza, percebemos que as *interações/envolvimentos*, tanto *macro* quanto *microinterações*, foram realizadas pela pesquisadora em grande parte do desenvolvimento da atividade e parecem ter influenciado várias categorias de forma a propiciá-las ou limitá-las. As categorias que as *interações/envolvimentos* pareciam propiciar foram: *repetição* e *associação de informações*, a criação de *significado* para algumas informações, incentivava a *relação com outras áreas do conhecimento*, a *argumentação*, a *críticidade*, a *autonomia*, a *criatividade*, a *reflexão*, *(auto)confiança*, a *motivação/interesse* e, em algumas vezes, mobilizava *emoções positivas*, *negativas potenciais*, *negativas prejudiciais*, além de demonstrar a *diversidade de encaminhamos*.

As categorias que foram limitadas em alguns contextos pelas *interações/envolvimentos* foram a *autonomia* e *críticidade*. Percebemos essa limitação quando a pesquisadora direciona os acadêmicos a algumas resoluções que eles pareciam não ter pensado inicialmente. E, embora esse direcionamento seja condizente com o momento 1 de Almeida e Dias (2004) – onde o professor encaminha os alunos durante o processo de resolução para que se familiarizem com a atividade de Modelagem –, há situações em que possíveis procedimentos dos acadêmicos foram modificados para se adequar com a sugestão da pesquisadora e eles não pensaram se estava correto ou não, apenas modificaram.

Um exemplo desse direcionamento ocorreu com G2 quando o grupo poderia apenas analisar a “tabuada do 3, 4 e 6” e verificar quais são os números comuns para essas três “tabuadas”, porém a pesquisadora os direcionou para a utilização do m.m.c. acarretando o uso da fatoração em números primos. Ambos os procedimentos estavam corretos e utilizavam o conceito de mínimo múltiplo comum, mas em um foi o pensamento dos acadêmicos e em outro direcionamento da pesquisadora.

Esse direcionamento pode ter mobilizado em um dos acadêmicos uma *emoção negativa prejudicial*, onde classificou o grupo como “ruim” por não terem pensado no mesmo procedimento da pesquisadora, o que está errado, pois eles pensaram, porém de outra maneira. Com isso, podemos considerar uma possível insegurança nesse acadêmico por não utilizar o método que a professora pensou para resolver o problema proposto, acarretando uma possível diminuição de *(auto)confiança* em sua própria capacidade. E, embora esses direcionamentos também possibilitem que os acadêmicos reutilizem (*repetição*) e relacionem procedimentos



e/ou conteúdos (*associação informações*), pode acarretar o não entendimento de usar aquele procedimento naquele contexto e, assim, prejudicar a criação de *significado* para aquele saber.

Além disso, percebemos que as *microinterações* entre os acadêmicos são importantes porque eles possam se *motivar/interessar* por meio de ideias compartilhadas e se auxiliarem no processo de resolução. Essa *motivação/interesse* pode mobilizar ou ser mobilizada por *emoções positivas* em situações que gerem ou são geradas por prazer. Aliás, percebemos indícios que, ao mobilizar *emoções positivas* em uma atividade de Modelagem, pode influenciar em uma postura mais confiante (*(auto)confiança*) na atividade seguinte, conforme aponta Souza (2020).

Entretanto, não sabemos se também foi essa fração de acadêmicos que a pesquisadora se afirmou que participava timidamente no início da atividade. Nessa ocasião, parece-nos que essas participações tímidas foram decorrentes de uma possível *reflexão* deles, dos acadêmicos, para interagirem com a pesquisadora e darem início a atividade, o que também consideramos como uma possível mobilização de *emoções negativas potenciais*, já que tentavam participar mesmo com insegurança/medo de exporem suas ideias.

Houve uma *reflexão* que nos pareceu ter sido propiciada pela mobilização de uma *emoção negativa potencial* que foi a comoção dos acadêmicos ao saberem da importância das abelhas para nós seres humanos, além de também poder ter estimulado a criação de um *significado* para essa informação.

Outro indício de relação que observamos foi a *(auto)confiança* e a *autonomia* no processo de resolução do G3. Nesse indício, a segurança/confiança dos acadêmicos nos procedimentos escolhidos por eles pode ter favorecido a independência deles nessa resolução. E, com essa independência, os acadêmicos puderam relacionar (*criatividade*) e (re)utilizar (*repetição de informações*) os procedimentos que julgaram necessários para responder a situação-problema.

Ao categorizarmos em *criatividade*, *argumentação* e *críticidade* algumas ações dos acadêmicos, percebemos que também as podemos classificar como *repetição* e *associação de informações*. Entretanto, devido à escassez de detalhes sobre relações entre os processos de desenvolvimento, não foram em todos os momentos que pudemos observar a *associação de informações*.

Por fim, também não conseguimos observar com o relato da atividade de Souza a categoria *consolidação de informações*, pois não conseguimos interpretar o período em que essa atividade foi desenvolvida.



Assim, percebemos vários indícios de relações entre os apontamentos das Neurociências e as características da Modelagem Matemática que identificamos em nossa análise do relato da atividade de Ovando Neto e que foram novamente observados na atividade de Souza.

5.3 Análise Global

Durante nossas análises dos relatos de algumas atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas por Ovando Neto (2019) e Souza (2020), percebemos algumas relações entre as características da Modelagem e entre elas e os apontamentos das Neurociências.

A mais notória foi como a categoria da *interação/envolvimento*, que se divide em *macro* e *microinteração*, pode tanto estimular quanto limitar outras categorias e, como elas parecem influenciar as mesmas categorias, nos referimos a ambas com a sua categoria geratriz: *interações/envolvimentos*. A maioria das *interações* foram proporcionadas por intervenções ou indagações dos pesquisadores com o intuito de estimular os alunos a desenvolverem a atividade de Modelagem.

Essas *interações* dos professores parecem influenciar diretamente na *autonomia* dos alunos, já que poderiam tanto estimulá-los a procurem sua própria solução quanto direcioná-los a soluções que os professores cogitavam como ou a mais adequada (como direcionar a utilização da “multiplicação cruzada” para encontrar a relação entre porcentagem e graus) ou que os alunos encontrariam em algum momento (como a utilização do m.m.c. para encontrar o menor múltiplo comum de três, quatro e seis).

Ao analisarmos essas orientações direcionadas, embora possuísem o intuito de auxiliar os alunos a relacionarem um procedimento matemático para resolver a atividade já que eles pareciam desconhecer o próximo passo da solução, percebemos que limitam a *autonomia* dos alunos porque encaminhava o desenvolvimento da atividade de Modelagem com um procedimento matemático sugerido pelo pesquisador.

Com isso, tanto a *criatividade* quanto a *críticidade* dos alunos também ficavam limitadas, pois eles pareciam aceitar os procedimentos informados pelos pesquisadores sem questionar se aqueles procedimentos eram adequados ou o motivo de utilizá-los naquele contexto. Além de também mobilizar *emoções negativas prejudiciais*, como observamos na descrição da atividade de Souza quando a pesquisadora direcionou os alunos à uma solução que eles não tinham pensando em utilizar, um acadêmico etiquetou o grupo como “ruins” por não pensarem como ela, o que pode influenciar até na *(auto)confiança* desse grupo em outras atividades.



Em oposição, quando os pesquisadores incentivavam os alunos a desenvolverem sua própria solução (*autonomia*), eles poderiam mobilizar *emoções positivas* quando os alunos conseguissem resolver a atividade, como Souza relatou o estado de euforismo do G3 na solução do desafio de construir os polígonos (triângulo, retângulo e hexágono) com o mesmo perímetro.

Além disso, ao incentivar a *autonomia*, indiretamente, os professores também incentivavam os alunos com a *criatividade* – quando solicitam aos alunos a estabelecerem relações entre problemas e procedimentos matemáticos –, a *críticidade* – no momento que questionavam se o procedimento era adequado –, a *argumentação* – na ocasião em que solicitam que os alunos argumentassem acerca da escolha de um procedimento –, a *reflexão* – ao direcionar os alunos a um repensar sobre o tema e/ou procedimentos escolhidos – e a *(auto)confiança* – ao estimular que continuassem com o pensamento, mesmo sem terem certeza. Com isso, eles poderiam engajar os alunos no processo de desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, o que consideramos como um *interesse/motivação*.

Contudo, independentemente de os professores estimularem os alunos a procurem sua própria solução ou direcioná-los à uma solução, os professores também estimulam a *repetição* e a *associação de informações*, neste caso, repetição e associação de procedimentos matemáticos. Por exemplo, na atividade de Ovando Neto (2019), os alunos reutilizaram o procedimento “multiplicação cruzada” ora por encaminhamento deles, como na busca da relação de equivalência entre quantidade e porcentagem, ora por direcionamento do professor, como na busca da relação de equivalência entre porcentagem e graus.

Já na atividade de Souza (2020), os acadêmicos de G1 elaboraram uma forma de encontrar o perímetro igual ao admitirem um valor e dividirem com a quantidade de lados, enquanto os acadêmicos de G2 queriam procurar um número comum entre três, quatro e seis e a pesquisadora os encaminhou a utilizarem o m.m.c..

Assim, em ambos os casos, houve situações em que os alunos repetiram procedimentos matemáticos e que podem ter sido associados com um determinado problema matemático. Entretanto, em desses alguns contextos, algumas intervenções poderiam estimular a criação de um *significado* aos alunos. Em Ovando Neto (2019) podemos perceber em situações que poderiam ser estimuladas para criar um *significado*: complementar com o porquê a “multiplicação cruzada” funciona para encontrar a proporcionalidade entre os dados e complementar sobre a necessidade de posicionar corretamente o transferidor. Em Souza (2020) podemos destacar a possível criação de *significado* das fórmulas das áreas dos polígonos utilizados (quadrado, triângulo e hexágono regular).



É interessante destacarmos que além de propiciar a criação de *significado* para alguns procedimentos e informações, os professores também podem identificar se os alunos possuem um *significado* de algum conhecimento (matemático) ou se trata-se de uma *associação de informações* e, com isso, podem ensiná-los, complementá-los ou corrigi-los ao se deparar com o uso não especificado de um procedimento.

Embora os professores também podem promover apenas a *associações de informações*, como Ovando Neto (2019) ao corrige os alunos de G1 sobre o posicionamento correto do transferidor, o centro do transferidor com o centro do gráfico de setores, mas não indica o porquê (o que poderia criar um significado, como mencionamos no parágrafo anterior).

Essas *associações de informações* aconteciam quando os pesquisadores direcionam os alunos a uma solução ou utilizar determinado procedimento matemática. Assim, nos propusemos a refletir sobre as orientações direcionadas dos professores.

Essas nossas reflexões sobre orientações direcionadas se encaminha para uma prática não muito recomendada já que há mais pontos negativos do que positivos, como a limitação da *autonomia*, *críticidade*, *criatividade* e até pode mobilizar *emoções negativas prejudiciais*. Entretanto, outras reflexões surgem a partir dessa primeira, algumas delas são: se os alunos possuem dificuldade em continuar a sua resolução, como podemos orientá-los sem direcioná-los a um procedimento? Será que há oportunidades que o direcionamento é melhor do que estimular à autonomia? Essas questões, junto com a nossa reflexão, serão consideradas norteadoras de pesquisas futuras já que destoam do nosso objetivo.

Ao nos afastando da reflexão das orientações direcionadas e retornando as relações das *interações/envolvimentos* com outras categorias, percebemos que tanto a *macro* quanto a *microinteração* podem influenciar e/ou mobilizar emoções dos alunos.

A possível mobilização de *emoções negativas prejudiciais* já foi citada anteriormente quando debatemos sobre as orientações direcionadas de Souza, particularmente sua orientação com os acadêmicos de G2 que se classificaram como “ruins”. Em Ovando Neto (2019), podemos citar uma possível mobilização quando o autor confronta a crença dos alunos sobre a água ser um purificante do fumo do narguilé e como o uso desse instrumento de fumo pode ser nocivo ao usuário.

Aliás, nos pareceu que a *emoção negativa prejudicial* pode ter influenciado na *motivação/interesse* no processo de compreensão da atividade de Ovando Neto, pois foi descrito que os alunos não interagiram (*macrointeração*) inicialmente com o pesquisador advindo, possivelmente, da interpretação de um possível julgamento ou indiferença a partir do tema. Todavia, Ovando Neto descreve que tentou modificar a não-ação dos alunos intervindo



na modificação da sala e iniciando um diálogo tangencial ao tema de sua atividade para, então, debater sobre o uso do narguilé (*macrointeração*).

Durante essa *macrointeração* de Ovando Neto, parece ter acontecido uma possível mudança emocional da turma que pode ter perpassado a *emoção negativa prejudicial* (não-ação), pareceu se direcionar a uma *emoção positiva* (debates sobre o que fazem para se divertir) e possivelmente terminou em uma *emoção negativa potencial* (os malefícios do narguilé à saúde).

Uma situação semelhante pareceu acontecer no processo de compreensão da atividade de Souza, no início parece que os acadêmicos estavam mobilizando uma *emoção negativa potencial* (interações tímidas), para depois mobilizarem possíveis *emoções positivas* (se divertirem ao pesquisarem e dialogarem sobre o tema) e encerraram a discussão com uma possível *emoção negativa potencial* (comoção com a morte das abelhas).

Sendo assim, percebemos que as interações/envolvimentos durante o processo de compreensão das atividades de Modelagem Matemática podem propiciar mudanças emocionais nos alunos. Aliás, podemos interpretar algumas relações entre as emoções e algumas características da Modelagem Matemática, como a influência da *emoção negativa prejudicial* na *motivação/interesse* e *macrointeração*, relação entre a *motivação/interesse* e a *(auto)confiança* com a *emoção positiva* e a relação entre a *emoção negativa potencial* e a *reflexão*.

As relações das *emoções negativas prejudiciais* já foram exploradas em outros momentos desta seção, por isso, discorreremos sobre as demais emoções. A *emoção negativa potencial* pode influenciar *reflexões* sobre o tema da atividade de Modelagem, como percebemos tanto em Ovando Neto (os malefícios do narguilé à saúde) quanto em Souza (a morte das abelhas por inseticidas).

Já a *emoção positiva* permeou a *motivação/o interesse* dos alunos em desenvolver a atividade de Modelagem Matemática. Outro momento que a percebemos foi com o euforismo de G3 em resolver a atividade sozinhos descrito por Souza, que nos possibilitou interpretar que a emoção positiva desencadeada pela resolução possivelmente foi maior quando comparada com o início da atividade, como aponta Damásio (2000), já que inicialmente esse grupo que não queria desenvolver.

Com esse prazer em alcançar o objetivo, Damásio (2000) afirma que tenderemos repetir tais comportamentos que propiciaram esse prazer, o que foi observado por nós em Souza por aqueles acadêmicos que haviam participado de outra atividade de Modelagem Matemática. Nessa situação, a pesquisadora comentou que os acadêmicos que participaram da sua disciplina



e de outra experiência de atividade de Modelagem, estavam “mais soltos” que os demais. Com isso, interpretamos que os acadêmicos estavam mais confiantes ((*auto*)*confiança*) em suas contribuições para a aula.

É importante salientarmos a dificuldade em analisarmos as *emoções* dos alunos e dos acadêmicos durante os desenvolvimentos das atividades de Modelagem a partir dos relatos de Ovando Neto e Souza, pois tentamos interpretá-las a partir de uma visão geral dos autores acerca dos acontecimentos das atividades.

Ao retornarmos às relações das categorias, percebemos que a *diversidade de encaminhamentos* durante a resolução de atividade de Modelagem Matemática e ela pode propiciar uma *associação de informações*. Em Ovando Neto (2019), interpretamos essa relação com a mudança no modelo de resposta que os alunos de G1 propuserem: inicialmente escolheram uma representação percentual e depois modificaram para uma representação gráfica; e nesse processo de modificação ocorreu relações entre procedimentos matemáticos que identificamos como uma associação de informações.

Já em Souza (2020) há a possibilidade dessa relação acontecer quando é descrito que os acadêmicos expõem suas formas de encontrar os valores dos lados dos polígonos (triângulo equilátero, quadrado e hexágono regular) que atendiam a condição de possuírem perímetros iguais. Entretanto, não podemos afirmar que os demais acadêmicos criarem relações entre as resoluções apresentadas.

Uma relação que esperávamos obter foi o vínculo da *relação com outras áreas do conhecimento* e *significado* e, mesmo Oliveira Júnior e Rosa (2020) apontando uma aproximação teórica entre eles, não conseguimos interpretar uma possível ligação ou consequência dessa ligação dessas duas categorias, apenas identificamos que ambas podem aparecer no mesmo contexto – ao apresentar, direcionar ou iniciar a resolução da situação-problema – indicando uma possível correlação teórica. Isso nos possibilita a uma futura investigação para observamos possíveis indícios que corroborem com um vínculo entre o significado e a relação com outras áreas do conhecimento.

Aliás, outra relação apontada pelo nosso referencial teórico foi entre a *relação com outras áreas do conhecimento* e *interesse/motivação* dos alunos em desenvolver a atividade de Modelagem (ALMEIDA; BRITO, 2005; ALMEIDA; DIAS, 2004; ARAÚJO, 2002; BARBOSA, 2001; BURAK, 1992), entretanto, não a conseguimos identificar durante nossa análise.

Outra relação que esperávamos identificar era uma relação direta entre o *significado* ou as *emoções* com a *atenção*, como apontava nosso referencial teórico, ou entre alguma(s)

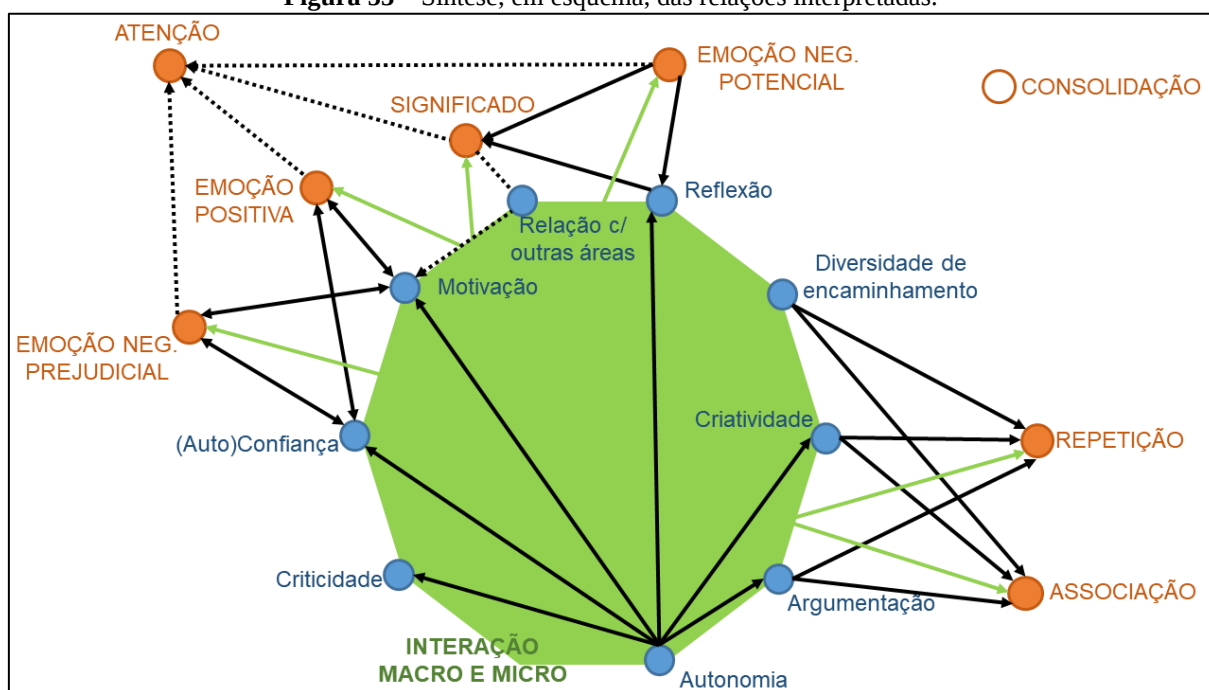


característica(s) da Modelagem Matemática e a *atenção*, porém não conseguimos interpretar nenhum indício de relação na descrição das atividades.

Por fim, mesmo escolhendo uma atividade para observarmos uma possível *consolidação de informações*, não pudemos interpretar essa categoria por não conseguirmos interpretar o período de desenvolvimento da atividade de Ovando Neto (2019). Além do mais, não fomos verificar possíveis *consolidações* na atividade desenvolvida posteriormente (a atividade de Uber vs Táxi) porque, como apontam Tortola e Almeida (2012), poderia haver outros fatores que influenciassem na aprendizagem do procedimento matemático utilizado que não permeassem as atividades desenvolvidas.

Em síntese, podemos criar o seguinte esquema com as relações encontradas (figura 53):

Figura 53 – Síntese, em esquema, das relações interpretadas.



Fonte: Autores (2020).

Na figura 53, expomos um esquema que sintetiza as relações que interpretamos ao longo de nossas análises. Os pontos laranjas são as categorias dos apontamentos das Neurociências, os pontos azuis são as características da Modelagem, em especial, o ponto da consolidação que não está preenchido para sinalizar que não identificamos essa categoria. As setas indicam qual categoria influenciou a outra e aquelas setas ou segmentos serrilhados simbolizam as relações que esperávamos devido o nosso referencial teórico. Por fim, o decágono verde que representa as *interações (macro e microinterações)*, os pontos azuis que estão nos vértices desse polígono são as categorias influenciadas pelas *interações* e as setas verdes interligam as categorias influenciadas fora do polígono.



A par destas informações, percebemos que algumas características da Modelagem Matemática podem tanto influenciar outras características quanto se relacionar com alguns apontamentos das Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem. Assim, acarretando indícios de que tais características podem facilitar e potencializar a aprendizagem também, segundo os trabalhos das Neurociências.



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para podermos promover a aprendizagem dos alunos, podemos utilizar diferentes estratégias de ensino e/ou de aprendizagem. Neste trabalho descrevemos a Modelagem Matemática e os apontamentos das Neurociências que, segundo Oliveira Júnior e Rosa (2020), se aproximam em nível teórico, e podem apresentar influências na aprendizagem dos alunos. A partir dessa aproximação, tivemos como objetivo analisar possíveis relações entre Modelagem Matemática e Neurociências no processo de aprendizagem.

Para tanto, analisamos duas atividades de Modelagem Matemática que foram desenvolvidas e descritas por dois membros participantes do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GFEPEM), Ovando Neto (2019) e Souza (2020), em suas dissertações.

Na dissertação de Ovando Neto (2019, p. 18), o pesquisador teve como objetivo verificar “[...] quais os desafios e possibilidades do uso da Modelagem Matemática na sala de aula frente ao Referencial Curricular do Mato Grosso do Sul”. Para isso, ele elaborou, realizou, analisou e descreveu três atividades de Modelagem Matemática com alunos do turno noturno do 1º ano do Ensino Médio de uma escola de periferia do município de Campo Grande/MS e, dentre elas, nós analisamos aquela com o tema “o uso do narguilé”.

Já na dissertação de Souza (2020, p. 18), a pesquisadora teve como objetivo verificar “[...] relações, possibilidades e desafios que se estabelecem entre as representações sociais sobre a Matemática e o ensino de Matemática dos futuros professores dos Anos Iniciais ao utilizarem a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica”. Para isso, ela elaborou, realizou, analisou e descreveu três atividades de Modelagem Matemática com graduandos de Pedagogia de uma instituição de Ensino Superior no interior do estado de MS e, dentre elas, escolhemos aquela com o tema “as abelhas e a Geometria”.

A partir da descrição dos pesquisadores das atividades de Modelagem escolhidas, utilizamos técnicas que se aproximam da Análise de Conteúdo descrita por Bardin (1977) para alcançarmos nosso objetivo de pesquisa. De forma geral, a Análise de Conteúdo realiza inferências em uma determinada mensagem sem deturpar seu sentido original.

Para analisarmos as atividades das dissertações, construímos categorias referentes as características da Modelagem e os apontamentos das Neurociências e classificamos determinadas ações descritas nas atividades de acordo com as nossas interpretações e inferências e, assim, verificamos possíveis influências ou correlações entre tais categorias.



É importante frisarmos nossa dificuldade em identificar e classificar ações inerentes dos sujeitos – como a *atenção*, as *emoções*, a criação de *significado* entre outras – a partir de relatos de outrem que possuem outras finalidades. Por isso, tentamos supor possíveis acontecimentos que nos ajudassem a compreender determinadas ações e inferir algumas dessas categorias. Realizada essa ressalva, iniciamos as possíveis relações identificadas em nossas análises das atividades dos pesquisadores.

A partir de nossas análises, percebemos que há indícios de relações entre as características da Modelagem Matemática com alguns apontamentos das Neurociências, algumas dessas relações foram recorrentes nas atividades analisadas e indicavam estimulações ou inibições entre essas categorias.

As relações mais recorrentes que interpretamos foram as que envolviam as categorias macro e microinterações. A maioria delas foram realizadas pelos professores para incentivarem os alunos a construir suas próprias soluções ou direcionarem a um procedimento matemático.

Naquelas interações em que os professores direcionavam a um procedimento matemático para auxiliar os alunos no processo de resolução²⁷, refletimos se elas ajudavam ou limitavam os alunos, já que percebemos que elas podiam prejudicar o desenvolvimento de algumas ações como: a *autonomia*, por limitar a liberdade de escolher o encaminhamento da atividade; a *criatividade*, porque os procedimentos utilizados não foram pensados por eles; a *críticidade*, já que pareciam não questionavam o porquê daquele direcionamento e; a *(auto)confiança*, pois pode acarretar em uma insegurança de que são capazes de desenvolver a atividade.

Aliás, essas interações de direcionamento também podem acarretar uma mobilização de *emoções negativas prejudiciais* nos alunos, relacionadas a uma possível frustração, por não pensarem ou não desenvolverem a atividade de Modelagem Matemática utilizando os mesmos procedimentos matemáticos que os professores pensaram. E notamos que tais interações podem não propiciar aos alunos uma compreensão do porquê utilizar tais procedimentos matemáticos naquele contexto, o que pode acarretar um possível prejuízo da criação de um *significado*.

Neste contexto, notamos que as interações que direcionam a uma solução se encaminham para uma prática não recomendada, dada as influências que interpretamos que elas podem acarretar. Entretanto, algumas reflexões surgem a partir dessa interação como: se os

27 Importante destacarmos que essas interações nos pareciam acontecer devido aos os professores cogitarem que os alunos encontrariam, em algum momento, os procedimentos matemáticos direcionados ou que aqueles procedimentos eram os mais adequados naquela situação



alunos possuem dificuldade em continuar a sua resolução, como podemos orientá-los sem direcioná-los a um procedimento? E se os alunos estiverem se desmotivando por não encontrarem um procedimento adequado, podemos auxiliá-los com um direcionamento para progredirem? Essas reflexões podem ser norteadoras para futuras pesquisas ou debates, por isso, nos afastamos delas e retornamos as descrições de como se relacionam as *interações* se relacionam com as categorias.

Em contrapartida das *interações* que direcionam a uma solução, identificamos que as interações que os professores estimulavam o aluno a buscar sua própria solução os estimulavam a serem *autônomos*, *críticos*, *criativos*, que *argumentassem* em defesa de suas ideias, *refletissem* sobre algumas práticas e tivessem *confiança* no desenvolvimento e ideias criadas por eles, ou seja, estimulavam o conjunto de ações da *mudança de postura*.

Além disso, ao incentivar na construção da própria solução, verificamos que os professores também tendiam a engajar os alunos a desenvolverem a atividade, isto é, os *motivava* em seu processo de resolução. Essa *motivação* pode ocasionar uma mobilização de *emoções positivas*, relacionadas a um possível prazer dos alunos por resolverem à atividade sozinhos.

Aliás, notamos que promover a mobilização de emoções positivas nas atividades de Modelagem Matemática pode influenciar na motivação dos alunos nas futuras atividades, por se sentirem mais confiantes em suas contribuições para/com ela, como aponta Damásio (2000) e como observamos pela descrição da atividade de Souza (2020). Ou seja, interpretamos que mobilizar *emoções positivas* podem influenciar na *(auto)confiança* e na *motivação* dos alunos em fazer (outra) atividade de Modelagem.

Outra relação que encontramos foram as interações, particularmente *macrointerações* no processo de compreensão, incentivando os alunos a refletirem sobre ações relacionadas ao tema, como a reflexão e apontamento dos alunos sobre os malefícios do narguilé à saúde daqueles que usam esse instrumento de fumo em Ovando Neto e a conscientização da importância das abelhas à nossa vida em Souza. E verificamos que essa *reflexão* está relacionada com uma *emoção negativa potencial* por poder promover uma reflexão e uma possível mudança de ações dos alunos.

Com isso, percebemos que as *interações/envolvimento* se relacionam e influenciam o conjunto de categorias das *mudanças de postura* (autonomia, argumentação, criatividade, criticidade, (auto)confiança e reflexão), tanto promovendo tais mudanças quanto prejudicando seu desenvolvimento. Além de, também notarmos que as interações podem promover a mobilização de *emoções positivas*, *negativas potenciais* e *prejudiciais* durante todo o processo



de desenvolvimento da atividade de Modelagem. Neste sentido, percebemos que as interações dos professores com os alunos podem acarretar uma mudança emocional ao longo da atividade.

Além disso, independentemente se as *interações* estimulavam os alunos a construírem uma resposta ou os direcionavam, interpretamos que elas podem estimular a *repetição* e a *associação de informações* nos alunos, que são dois dos três processos de conservação de informação. E, em algumas situações, elas parecem propiciar a criação de um *significado* ou identificar se aquele procedimento matemático utilizado pelos alunos possuem um *significado*.

Por fim das relações que interpretamos, percebemos que tanto a *repetição* quanto a *associação de informações* pode estar presentes ou são estimuladas pela *diversidade de encaminhamentos*, já que ela parece promover uma *repetição* do encaminhamento realizado pelos alunos e uma possível associação entre as mudanças de procedimentos ou entre a explicação da utilização de tais procedimentos matemáticos, como apontavam Oliveira Júnior e Rosa (2020), seja nas diversas estratégias dentro de um grupo ou seja na exposição das estratégias utilizadas por cada grupo.

Sendo assim, percebemos que grande parte das relações entre as características da Modelagem Matemática e os apontamentos das Neurociências acontecem mediante as interações dos professores com os alunos e que elas podem estimular ou não as demais ações.

Essa observação entre as interações e as demais categorias nos intrigou acerca de qual motivo teria acontecido essa notória relação e levantamos algumas hipóteses. Uma delas é a constatação de Cosenza e Guerra (2011) e Izquierdo (2001) de que apenas saberemos algo do outro se esse saber for externalizado de alguma forma, neste caso, os pesquisadores queriam compreender os processos que os alunos estavam envolvidos, por isso, os questionavam.

Outra hipótese é a natureza das intervenções dos pesquisadores, pois eles necessitavam de informações para auxiliá-los na investigação que realizavam, então estimulavam diálogos para compreender alguns encaminhamentos dos alunos. Ou, ainda, podemos pensar que essa é uma característica da Modelagem Matemática durante o desenvolvimento da atividade já que, por meio dessas interações, o professor pode auxiliar os alunos em seus pensamentos.

De qualquer modo, durante as nossas análises referentes as atividades de Modelagem Matemática de Ovando Neto e Souza, percebemos que as interações possuem influência no desenvolvimento das atividades de Modelagem por: mobilizar emoções, estimular ou não as ações de mudança de postura dos alunos e a criação de significado e estimular a repetição e associação de informações. E, a partir das interações, indiretamente percebemos que a criticidade, a argumentação, a criatividade e a (auto)confiança podem ser estimuladas quando a autonomia é estimulada.



Contudo, houve algumas relações que esperávamos identificar e que não conseguimos visualizar indícios de possíveis relações, a saber: a atenção com as emoções e o significado; o significado e a relação com outras áreas do conhecimento; relação com outras áreas do conhecimento e interesse/motivação e; a consolidação de informações.

A atenção poderia ser influenciada tanto pelas emoções quanto pelo significado, conforme apontavam Cosenza e Guerra (2011), mas não percebemos “captura” da atenção dos alunos durante a atividade de Modelagem, apenas conseguimos identificar que os alunos possivelmente estavam direcionando o foco à atividade.

A *relação com outras áreas do conhecimento* foi apontada por Almeida e Brito (2005), Almeida e Dias (2004), Araújo (2002), Barbosa (2001) e Burak (1992) como um fator que poderia *motivar/interessar* os alunos para participarem da atividade, entretanto, não conseguimos identificar nenhuma correlação entre elas. Assim como, esperávamos uma correlação entre *relação com outras áreas do conhecimento* e *significado* devido a aproximação teórica apontada por Oliveira Júnior e Rosa (2020) e apenas identificamos que ambas podem ser interpretadas na mesma situação, porém também sem nenhuma correlação interpretada.

Outro resultado que esperávamos era a identificação de alguma informação que foi consolidada a partir de uma atividade de Modelagem, porém não conseguimos obter esse dado mesmo escolhendo atividades que poderia(m) nos fornecer indício(s).

Mesmo essas categorias não sendo interpretadas, aquelas que conseguimos observar nos fornecem os indícios de que, de certa forma, a Modelagem Matemática pode facilitar e potencializar a aprendizagem segundo os apontamentos das Neurociências, já que as características da Modelagem podem influenciar ou estão presentes junto com os estímulos dos trabalhos neurocientíficos.

E, por fim, ressaltamos possibilidades de novas pesquisas com especificações dessa temática para que possamos compreender algumas relações mais detalhadamente, como quais são e quanto tempo podem perdurar as informações consolidadas advindas das atividades de Modelagem ou analisar as emoções e sentimentos dos alunos durante o processo de desenvolvimento da atividade.



REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria José; CARVALHO, Mariana Coelho Carvalho; ALVES, Rauni Jandé Roama; CIASCA, Sylvia Maria. Desempenho de escolares em testes de atenção e funções executivas: estudo comparativo. **Rev. Psicopedagogia**, v. 33, n. 101, 2016, p. 123-132.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; DIAS, Michele Regiane. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema**: Rio Claro/SP, v. 17, n. 22, 2004.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; BRITO, Dirceu dos Santos. ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA: QUE SENTIDO OS ALUNOS PODEM LHE ATRIBUIR? **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, 2005, p. 483-498.

ALVAREZ, Ana; LEMOS, Ivana de Carvalho. Os neurobiomecanismos do aprender: a aplicação de novos conceitos no dia-a-dia escolar e terapêutico. **Rev. Psicopedag.**: São Paulo, v. 23, n. 71, p. 181-190, 2006. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862006000200011&lng=pt&nrm=iso>. Acessado em 16 ago. 2019.

ARAÚJO, Jussara de Loiola. **CÁLCULO, TECNOLOGIAS E MODELAGEM MATEMÁTICA: AS DISCUSSÕES DOS ALUNOS**. 2002, 180 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem na Educação Matemática contribuições para o debate teórico**. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro: ANPED, 2001. p 1-30. CD-ROM.

BARDIN, Laurence. **ANÁLISE DE CONTEÚDO**. São Paulo: Persona, 1977.

BARTOSZECK, Amauri Betini. Neurociência na Educação. **Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita**, v. 1, p. 1-6, 2006. Disponível em https://nead.ucs.br/pos_graduacao/Members/419745-30/artigo%20neurociencias%20e%20educacao.pdf. Acessado em 23 set. 2020.

BARTOSZECK, Amauri Betini; BARTOSZECK, Flavio Kulevicz. Percepção do professor sobre neurociência aplicada à educação. **EDUCERE**: Umuarama, v. 9, n. 1, 2009, p. 7-32.

_____. Neurociência dos seis primeiros anos: implicações educacionais. **Educação|Temas e Problemas**, v. 9, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Flavio_Bartoszeck/publication/267236019_NEUROCIENCIA_DOS_SEIS_PRIMEIROS_ANOS-implicacoes_educacionais/links/57fe725e08ae6b2da3c892b3/NEUROCIENCIA-DOS-SEIS-PRIMEIROS-ANOS-implicacoes-educacionais.pdf. Acessado em 08 set. 2020.

BASSANEZZI, Rodey Carlos. **Ensino–aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2011.



BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **ALEXANDRIA**, 2, n. 2, julho 2009. 7-32. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37939>. Acesso em: 16 ago 2019.

BOERI, Camina Nicola; VIONI, Márcio Tadeu. Prefácio. *In: Abordagens em Educação Matemática*. 2009. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000661.pdf#>. Acessado em 04 set 2020.

BROCKINGTIN, Guilherme. **Neurociência e Educação**: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. 2011. 202 f.. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade de São Paulo, 2011.

BURAK, Dionísio. **MODELAGEM MATEMÁTICA: AÇÕES E INTERAÇÕES NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM**. 1992. 460 f.. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

CARVALHO, Fernanda Antoniolo Hammes de. **NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: UMA ARTICULAÇÃO NECESSÁRIA NA FORMAÇÃO DOCENTE**. **Trab. Educ. Saúde**: Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 537-550, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-77462010000300012&script=sci_abstract&lng=pt>. Acessado em 06 mai. 2019.

CARVALHO, Daniel Santos de; NICOT, Yuri Expósito. **CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA PRESENTES EM PESQUISAS BRASILEIRAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**. **SAJBETT**: Rio Branco, v. 6, n. 1, 2019, p. 418-430.

CAPOVILLA, Alessandra Gotuzo Seabra; ASSET; Ellen Carolina dos Santos; COZZA, Heitor Francisco Pinto. Avaliação Neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade. **Avaliação Psicológica**, v. 6, n. 1, 2007, p. 51-60.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DAMÁSIO, A. R.. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento em si** (tradução Laura Teixeira Motta). São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

_____. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano** (tradução Dora Vicente, Georgina Segurado). 3 Ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

DIAS, Cláudia; CRUZ, José Fernando; FONSECA, António Manuel. Emoções: passado, presente e futuro. **Psicologia**: Lisboa, v. 22, n. 2, p. 11-31, 2008. Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0874-20492008000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acessado em 25 jan. 2019.

FONSECA, Vitor da. Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Rev. psicopedag.**, São Paulo, v. 33, n. 102, p. 365-384, 2016. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000300014&lng=pt&nrm=iso. acessos em 14 jul. 2019.



GOLDENBERG, Mirian. **A Arte de pesquisar: Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 8ª Ed.. São Paulo: Record, 2004.

GOLEMAN, Daniel. **O cérebro e a inteligência emocional: novas perspectivas** (tradução Calos Leite da Silva). Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

_____. **Foco: a atenção e seu papel fundamental para o sucesso** (tradução Cássia Zanon). Rio de Janeiro: Objetiva, 2014.

GONÇALVES, Larissa Aparecida; MELO, Silvana Regina de. A BASE BIOLÓGICA DA ATENÇÃO. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v.13, n.1, p.67-71. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/2800/2086>>. Acessado em 22 jan. 2019.

GOLÇALVES, Hosana Alves; VIAPIANA, Vanisa Fante; SARTORI, Marcia Santos; GIACOMONI, Claudia Hofheinz; STEIN, Lilian Milnitsky; FONSECA, Rochele Paz. Funções executivas predizem o processamento de habilidades básicas de leutya, escrita e matemática? **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, v. 9, n. 3, 2017, p. 42-54.

HAMDAN, Amer Cavalheiro; PEREIRA, Ana Paula de Almeida. Avaliação Neuropsicológica das Funções Executivas: Considerações Metodológicas. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 22, n. 3, 2009, p. 386-393.

IZQUIERDO, Iván Antonio. **Memória**. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

IZQUIERDO, Iván Antonio; MYSKIW, Jociane de Carvalho; BENETTI, Fernando; FURINI, Cristiane Regina Guerino. MEMÓRIA: TIPOS E MECANISMOS – ACHADOS RECENTES. **Revista USP**: São Paulo, n. 98, p. 9-16, 2013.

KAISER, Gabriele; SRIRAMAN, Bharath. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **ZDM**, v. 38, n. 3, 2006.

KLUBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educ. Mat. Pesqui.**: São Paulo, v. 10, n. 1, 2008, p. 17-34.

LADWIG, Iverson. A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. *Rev. paul. Educ. Fis*: São Paulo, supl. 3, 2000, p. 62-71. Disponível em: <http://files.educacao-fisica-ucp-pitanga.webnode.com/200003158-9d68c9ebc2/2000%20Ladewig%20A%20importancia%20da%20atencao%20na%20aprendizagem%20de%20habilidades%20motoras.pdf>. Acessado em 04 set 2020.

LISBOA, Felipe Stephan. **“O Cérebro Vai à Escola”**: Aproximações entre Neurociências e Educação no Brasil. Jundá: Paco Editorial, 2016.

MAGNUS, Maria Carolina M. **História da Modelagem Matemática na Educação Matemática Escolar Brasileira**. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pósgraduação em Educação Matemática, 19., 2015, Juiz de Fora. Anais [...], 2015. p. 1-12. Disponível em: http://www.ufjf.br/ebapem2015/files/2015/10/gd10_maria_magnus.pdf. Acessado em 17 ago. 2019.



MEDINA, Giovanna Beatriz Kalva; MINETTO, Maria de Fátima Joaquim; GUIMARÃES, Sandra Regina Kirchner. Funções executivas na dislexia do desenvolvimento: revendo evidências de pesquisas. **Rev. Bras. Ed. Esp.**, v. 23, n. 3, 2017, p. 439-454.

SILVA, Fiderisa da; MORINO, Carlos Richard Ibañez. A importância das Neurociências na formação de professores. **Momento**: Rio Grande, v. 21, n. 1, 2012, p. 29-50. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/momento/article/view/2478/2195>. Acessado em 04 set 2020.

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, 2014, p. 13-24. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/viewFile/edu.2014.181.02/3987>. Acessado em 04 nov. 2017.

OLIVEIRA JÚNIOR, Francimar Gomes; SILVA, Elissandra Magalhães da; ARCAMENDIA, Mariane Aguirre; ROSA, Claudia Carreira da. **MODELAGEM SIGNIFICATIVA**: Uma atividade de Modelagem Matemática com ênfase na teoria da Aprendizagem Significativa. In: Congresso Nacional de Educação, 2015, Campina Grande. Anais [...], 2015, v. II.

OLIVEIRA JÚNIOR, Francimar Gomes de; ARCAMENDIA, Mariane Aguirre; ROSA, Claudia Carreira da. **MODELAGEM MATEMÁTICA EM SALA DE AULA: Um relato com turmas do nono ano do Ensino Fundamental**. In: VII Congresso Internacional de Ensino da Matemática, 2017, Canoas. Anais [...], 2017a.

_____. **A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO UMA POTENCIALIZADORA NA CRIATIVIDADE DOS ALUNOS**. In: XIII Encontro Sul-Matogrossense de Educação Matemática, 2017, Ponta Porã. Anais [...], 2017b. v. XIII. p. 275-284.

OLIVEIRA JÚNIOR, Francimar Gomes de; ROSA, Claudia Carreira. Estímulos para o Processo de Aprendizagem: aproximação entre as pesquisas de Neurociências e as de Modelagem Matemática. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 13, n. 32, 2020.

OVANDO NETO, Estevão. **Modelagem Matemática e currículo: desafios e possibilidades**. 2019. 218 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2019. Disponível em: <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/6288>. Acessado em 16 ago. 2019.

OVANDO NETO, Estevão; ROSA, Claudia Carreira da. **MODELAGEM MATEMÁTICA E O CURRÍCULO ESCOLAR: ALGUMS POSSIBILIDADE DE ENSINO**. In: Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática, 2018, Cascavel. Anais [...], 2018, v. VIII.

ROAZZI, Antonio; DIAS, Maria da Graça Bompastor Borges; SILVA, Janaína Oliveira da; SANTOS, Luciana Barboza dos; ROAZZI, Maíra Monteiro. O que é Emoção? Em busca da Organização Estrutural do Conceito de Emoção em Crianças. **Psicologia Reflexão e Crítica**, v. 24, n. 1, 2011, p. 51-61. Disponível em: <http://www.scielo.br/prc/v24n1/v24n1a07>. Acessado em 25 jan. 2019.



ROSA, Claudia Carreira da. **Contribuições da modelagem matemática no contexto do professor reflexivo**. 2013. 264 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Educação Para Ciência e Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

SILVA, Michele Martins da; SILVA, Vanessa Santos da; ROSA, Claudia Carreira da. **MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA ALTERNATIVA PEDAGÓGICA**. In: XIII Encontro Sul-Matogrossense de Educação Matemática, 2017, Ponta Porã. Anais [...], 2017b. v. XIII. p. 364 - 373.

SOUZA, Debora Coelho de. **REPRESENTAÇÕES SOCIAIS E MODELAGEM MATEMÁTICA: Um estudo envolvendo o ensino de Matemática na Formação de Pedagogos**. 2020. 134 f.. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2020. Disponível em: <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/7884>. Acessado em 21 out. 2020.

SOUZA, Débora Coelho de; ROSA, Claudia Carreira da. Modelagem Matemática: uma possibilidade para o ensino de matemática nos anos iniciais. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 9, p. 960-978, 2016.

_____. **CONCIENTIZAÇÃO AO COMBATE À DENGUE ATRAVÉS DA MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA ANÁLISE POR MEIO DE MAPAS CONCEITUAIS**. In: XIII Encontro Sul-Matogrossense de Educação Matemática, 2017, Ponta Porã. Anais [...], 2017. v. XIII. p. 52 - 64.

_____. **MODELAGEM MATEMÁTICA COMO UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO DE MATEMÁTICA PARA PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA**. In: XII Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática, 2018, Campo Grande. Anais [...], Campo Grande: Programa de Pós-Graduação Em Educação Matemática, 2018. v. 12. p. 228-235.

SOUZA, Debora Coelho de; TOMASCHESKI, Tchaila Regina Santino; ROSA, Claudia Carreira da. A contribuições da Modelagem Matemática no curso de pedagogia. In: Endipe, 2018, Salvador/BA, 2018, v. XIX.

SOUZA, João Paulo Fernandes de; MATOS, Guilherme das Neves; ROSA, Claudia Carreira da. **CONVERSANDO SOBRE FREE FIRE: ARTICULANDO MODELAGEM MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS DIGITAIS**. In: Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática, 2019, Campo Grande/MS. Anais [...], 2019, v. XIII.

TORTOLA, Emerson; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Reflexões a respeito do uso da modelagem matemática em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental. **Rev. bras. Estud. Pedagog.**: Brasília, v. 94, n. 237, 2013, p. 619-642. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/rbeped/v94n237/a14v94n237.pdf>. Acessado em 21 out. 2020.

UEHARA, Emmy; CHARCHAT-FICHMAN, Helenice; LANDEIRA-FERNANDEZ, Jesus. Funções executivas: Um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, v. 5, n. 3, 2013, p. 25-37.



APÊNDICE A – Trajetória da Pesquisa

“Gostei do seu trabalho, mas por que Neurociências?” foi a frase que mais escutei após eu explicar minha pesquisa de pós-graduação. E, responder a esta pergunta, é quase traçar meu percurso como graduando, por isso, falarei na primeira pessoa do singular! E, quando a trajetória da pesquisa torna conjunta, isto é, minha orientadora junto comigo, falarei na primeira pessoa do plural!

A minha trajetória até a temática deste trabalho inicia no primeiro semestre da graduação de Matemática Licenciatura na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul no campus de Ponta Porã/MS (UFMS/CPPP). Neste início da graduação, era comum eu resolver várias listas de exercícios escutando diversas músicas de estilos musicais mais variados possíveis, principalmente aquelas mais animadas. Esse modo de resolução era mais prazeroso do que apenas responder as questões da lista em som ambiente. Com isso, me fez questionar se essa forma de estudar, lista de exercícios com música ao fundo, poderia ser utilizada nas aulas de Matemática para motivar os alunos a responderem as atividades.

Ao apresentar essa proposta à uma professora, ela sugeriu que questão de pesquisa poderia ser usada como meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e já me indicou que fizesse uma pesquisa bibliográfica dos trabalhos científicos que envolvem essa temática, além de solicitar que eu lesse “O mistério da consciência” de Antônio Damásio, pois poderia ajudar a delimitar a nossa questão.

Durante minhas leituras, outras inquietações vieram na minha cabeça: por que diferentes músicas nos permitem sentir diferentes emoções? Como a música é interpretada pelos ouvidos e pelo nosso cérebro? Como aprendemos? Como uma informação (nova) é armazenada no nosso cérebro?

Então, fui convidado a participar do Grupo de Estudos e Pesquisa em Psicologia, Neurociências e Educação (GEP – PNEd), localizado na UFMS/CPPP. O GEP – PNEd é um grupo que estuda e pesquisa em torno das áreas de Psicologia e Neurociências assuntos que podem contribuir/auxiliar na área da Educação. Enquanto eu participava do PNEd e buscava compreender o processo de armazenamento de informação ou aprendizagem ou formação de memória, percebia algumas aproximações das pesquisas das Neurociências com a estratégia de ensino denominada Modelagem Matemática.

A Modelagem é um dos objetos de estudos e pesquisa do Grupo da Fronteira de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GFPEM), também localizado na UFMS/CPPP. Durante os estudos e debates sobre a Modelagem, alguns questionamentos foram surgindo:



como relacionar problemas matemáticos com a realidade do aluno pode ajudá-lo a aprender? Como acontecer a aprendizagem utilizando a Modelagem Matemática?

Assim, junto com a professora tutora do GFEPEM, iniciamos uma pesquisa em busca de relacionar os estudos do cérebro (Neurociências) com o processo de aprendizagem dos conteúdos matemáticos por meio da Modelagem Matemática. E, como já possuía um tema de TCC em andamento e essa pesquisa foi pensado no meu último semestre de graduação, pensamos em levá-la para o mestrado.

Então, realizei o processo seletivo para ser aluno de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEduMat) da UFMS localizada em Campo Grande/MS.

Ao ingressar no PPGEduMat, a pesquisa tinha como objetivo relacionar, teoricamente, as Neurociências com a Modelagem Matemática. Entretanto, no final do primeiro ano do mestrado, decidimos investigar se a Modelagem Matemática poderia potencializar a aprendizagem dos conteúdos matemáticos e analisá-los com base nos estudos das Neurociências. A ideia era entrevistarmos os alunos sobre o que lembravam das aulas do ano 2018 em 2019 e verificar quais foram os elementos que mais o “marcaram”.

É interessante salientar que eu tinha desenvolvido um conjunto de 4 atividades de Modelagem Matemática ao longo do ano de 2018, uma atividade por bimestre, por isso, as chances de lembrarem das atividades de Modelagem partiriam da premissa que foram marcantes aos alunos.

Como a escola fechou no final do ano letivo de 2018, solicitei a alguns alunos que criassem um grupo no WhatsApp, um aplicativo de mensagens, com todos os demais alunos que conseguissem contato. Ao criarem o grupo, enviei um termo de livre esclarecimento para que fosse lido e assinado pelos pais atestando estarem cientes de que os filhos deles seriam entrevistados e que os dados seriam utilizados em uma pesquisa.

Do grupo de 40 alunos, 6 devolveram o atestado, porém apenas 5 realizaram a entrevista por completo. Conversamos sobre a possibilidade de analisarmos apenas essas cinco respostas e decidimos que analisá-los. A coleta de dados aconteceu entre agosto e setembro de 2019 e eu tinha realizado o *backup* dos dados, contudo, em outubro de 2019 meu celular reiniciou sozinho e corrompeu o arquivo salvo.

Ao debatermos sobre esse problema, decidimos tentar recuperar com os alunos a entrevista, porém dos 5 apenas 3 possuíam a entrevista. Então, resolvemos coletar os dados novamente, entretanto, com outros alunos que tiveram aulas de Modelagem Matemática porque se coletássemos novamente com meus alunos, os dados estariam enviesados já que uma das



últimas perguntas eu direcionava a questão para aulas “diferenciadas” (caso eles não lembrassem das aulas de Modelagem), o que poderia facilitar (n)a lembrança das aulas de Modelagem em uma próxima entrevista. Todavia, como estávamos no final do ano, deixamos para entrevistarmos no ano de 2020.

No início do ano de 2020, começamos a coletar os dados com alunos (maiores de idade) de um professor participante do GFEPEM e que desenvolveu atividades de Modelagem em 2018, porém dos 10 alunos contatados via aplicativo de mensagens, apenas 4 demonstraram interesse e desses, 2 realizaram toda a entrevista. Como duas entrevistas geravam poucos dados, resolvemos realizar uma terceira entrevista, dessa vez presencial, com alunos desse mesmo professor e que desenvolveu as atividades de Modelagem Matemática em 2019.

O local que escolhemos para a realização dessa entrevista foi a escola que esses alunos estudaram, por isso, levamos nossa proposta ao diretor da escola e ele autorizou o desenvolvimento mediante à entrega de uma carta de apresentação do PPGEduMat, pois havíamos levado apenas o termo de livre esclarecido que seria entregue aos pais. E, como estavam em semana de eleição na escola, solicitaram que voltássemos na outra semana.

Contudo, na semana que voltaríamos à escola, as aulas foram suspensas devido a pandemia do COVID-19...

Neste sentido, decidimos analisar atividades de Modelagem Matemática que foram desenvolvidas e descritas por integrantes do GFEPEM nas dissertações com o intuito de observarmos possíveis relações entre as contribuições da Modelagem Matemática e os apontamentos das Neurociências.

Na nossa qualificação, a banca realizou sugestões maravilhosas que tangenciavam nosso objetivo de pesquisa, como descrever a relação da Modelagem Matemática e as emoções ou relacionar a Modelagem com as funções executivas. Entretanto, pensamos que cada sugestão correspondia a um novo trabalho e que necessitaria de outros encaminhamentos que nos propiciaria analisarmos tais relações adequadamente, por isso, continuamos com o nosso objetivo.

Por último, é interessante ressaltarmos que a metodologia do trabalho também sofreu modificações, perpassando a pesquisa bibliográfica, a revisão integrativa e a multipaper antes de chegarmos na pesquisa com técnicas próximas da Análise de Conteúdo. Aliás, devido a metodologia multipaper foi que publicamos o artigo “Estímulos para o Processo de Aprendizagem: aproximação entre as pesquisas de Neurociências e as de Modelagem Matemática”, que seria a nossa seção 2 na íntegra, porém a modificamos para evitar problemas com autoplágio.

