

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA



TIAGO WEINGARTEN

**MODELAGEM MATEMÁTICA: UM ENFOQUE NA
TRANSFORMAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO PROBLEMA**

Canoas, 2015

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA



TIAGO WEINGARTEN

MODELAGEM MATEMÁTICA: UM ENFOQUE NA TRANSFORMAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO PROBLEMA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Dr. Rodrigo Dalla Vecchia

CANOAS, 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

W423m Weingarten, Tiago.

Modelagem matemática: um enfoque na transformação da determinação do problema / Tiago Weingarten. – 2015.
124 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, 2015.
Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Dalla Vecchia.

1. Educação matemática. 2. Sentido. 3. Proposição. 4. Modelagem matemática. 5. Ensino – Aprendizagem. I. Dalla Vecchia, Rodrigo. II. Título.

CDU 372.851

TIAGO WEINGARTEN

MODELAGEM MATEMÁTICA: UM ENFOQUE NA TRANSFORMAÇÃO DA
DETERMINAÇÃO DO PROBLEMA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Dr. Rodrigo Dalla Vecchia

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodrigo Dalla Vecchia (orientador)

Prof. Dr. Marcus Vinícius Maltempi

Profa. Dra. Carmen Teresa Kaiber

Prof. Dr. Renato dos Santos Pires

Canoas, 17 de abril de 2015.

À minha mãe, por me ensinar a nunca desistir.
À Roberta e à Alice, pelo companheirismo e cumplicidade.
Ao meu avô Egydio, por ensinar a simplicidade da vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Rodrigo Dalla Vecchia, por além orientar com maestria minha pesquisa, ser um grande amigo, principalmente nas dificuldades.

Aos professores Dr. Marcus Vinícius Maltempi, Dra. Carmen Teresa Kaiber, Dr. Renato Pires dos Santos, pelas contribuições dadas na ocasião da qualificação.

À professora Dra. Tania Elisa Seibert, pelo incentivo constante desde os tempos da graduação.

Aos meus queridos amigos Ilisandro, Neide, Andrielly, Lucas, Bruno e Alexandre, que me fortaleceram como pessoa e como pesquisador. Qualquer formalidade não condiz com nossa relação.

À minha mãe Guiomar, por sempre acreditar em mim e nos meus devaneios, com delicadeza, cumplicidade e paciência.

Ao meu pai Paulo pelos contrapontos da vida.

À Roberta e à Alice, por me fazerem sentir, no estrito da palavra, o que é ser um irmão e um tio.

Aos meus avôs Egydio e Ereni, pela torcida inabalável.

Aos meus amigos Eduardo, Leandro, Davi, Paulo e Marcelo pelos momentos de descontração fora do meio acadêmico.

À equipe diretiva e aos professores do Instituto Estadual de Educação Paulo Freire pela compreensão e pelo apoio nesta jornada.

Eu prefiro ser
Essa metamorfose ambulante
Do que ter aquela velha opinião
Formada sobre tudo

Metamorfose Ambulante - Raul Seixas

RESUMO

Esta dissertação tem por objetivo investigar o processo de transformação da determinação de problemas sob o viés da Modelagem Matemática (MM), quando os problemas são trazidos pelos próprios estudantes. Como pergunta diretriz, assumimos o seguinte questionamento: *Como se dá o processo de transformação da determinação do problema em Modelagem Matemática ocorridos na disciplina de Pesquisa Operacional quando as situações investigadas partem das vivências dos estudantes?* Buscando orientar possíveis respostas a esta pergunta, nos baseamos principalmente nas ideias de problema trazidas por Demerval Saviani e Gilles Deleuze. Por meio desse referencial, procuraremos compreender os aspectos referentes às sucessivas determinações dos problemas, avaliando-as sob a ótica das dimensões da proposição, dadas principalmente pelo sentido, pelo significado e pela manifestação. A natureza dessa questão, dada pelo "como", evidencia a adoção de um paradigma científico apoiado na pesquisa qualitativa. A produção de dados se deu no primeiro e segundo semestres de 2013, em duas turmas do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), envolvendo o docente e os discentes da disciplina de Pesquisa Operacional (PO) I e II. Os dados principais foram obtidos por meio da captação de áudio e vídeo da interação entre os alunos e o professor. Analisamos os dados sob duas formas distintas, ou séries: a primeira buscando nas proposições trazidas pelos estudantes elementos que determinaram o modelo desde sua primeira manifestação; e a segunda, uma metanálise, buscando o sentido envolvendo a problemática da dissertação. Como principais resultados, temos que o sentido, relacionado aos aspectos objetivos do problema, assume um papel fundamental no processo de determinação dos problemas, atuando como uma fronteira entre o problema e o significado matemático na construção dos modelos, se constituindo como o próprio acontecimento adentro o processo problemático.

Palavras-chave: Sentido; Proposição; Educação Matemática.

ABSTRACT

This dissertation aims to investigate the process of transformation of the problem determination under the bias of Mathematical Modeling (MM), when the problems are brought by the students. As question guideline, we will adopt the following reasoning: How does the process of transformation of the problem determination in Mathematical Modeling, as occurred in the Operational Research discipline, happens when the situations investigated come from the students' experience? To find possible answers to this question, we mainly based on the ideas of problem brought by Demerval Saviani and Gilles Deleuze. Through this referential, we'll try to understand the aspects related to the successive determination of problems, assessing them from the perspective of the proposition's dimension, given mainly through their direction, meaning and manifestation. The nature of this question, given by "how", shows the adoption of a scientific paradigm supported by qualitative research. The data production happened during the first and second semesters of 2013, with two classes of the Industrial Engineering discipline of the Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) involving the teaching staff and the student body of the Operations Research (O.R.) I and II discipline. The main data were obtained through the capture of audio and video of the interaction between students and the professor. The data were analyzed through two different ways, or series: the first one, searching on the proposals brought by the students, elements capable of determine the model since its first manifestation; the second one, a meta-analysis, searching for the meaning, involving the issue of the dissertation. As main results, it has been discovered that the meaning, related to the objective aspects of the problem, plays a key role in the process of problems determination, acting as a boundary between the problem and the mathematical meaning in the construction of models, constituting itself as the event inside the problematic process.

Keywords: Direction. Proposition. Mathematical Education.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 10 |
| 1 OBJETIVO GERAL | 14 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA E VISÃO ASSUMIDA | 15 |
| 2.1 REVISÃO DE LITERATURA | 15 |
| 2.2 VISÃO DE MODELAGEM ASSUMIDA | 20 |
| 3 EMBASAMENTO TEÓRICO | 23 |
| 3.1 PROBLEMA E DETERMINAÇÃO | 23 |
| 3.2 DIMENSÕES DA PROPOSIÇÃO: A BUSCA PELO SENTIDO | 27 |
| 3.2.1 Proposição e sentido | 28 |
| 3.3 PENSAMENTO E RECOGNIÇÃO | 33 |
| 4 METODOLOGIA | 40 |
| 4.1 SOBRE A PESQUISA OPERACIONAL E CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO | 42 |
| 4.2 PRODUÇÃO DE DADOS | 45 |
| 4.3 ANÁLISE | 47 |
| 5 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE | 49 |
| 5.1 ANÁLISE DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO MODELO | 49 |
| 5.1.1 Excerto 1: Apresentação inicial do problema | 50 |
| 5.1.2 Excerto 2: primeira determinação da função objetivo | 55 |
| 5.1.3 Excerto 3: aspectos subjetivos na determinação da função objetivo | 56 |
| 5.1.4 Excerto 4: aspectos objetivos do problema na determinação da função objetivo ... | 58 |
| 5.1.5 Excerto 5: aspectos matemáticos na determinação da função objetivo | 60 |
| 5.1.6 Excerto 6: relação entre sentido e significado na escolha por caminhos nos fluxos de determinação | 62 |
| 5.1.7 Excerto 7: quando os aspectos subjetivos, objetivos e matemáticos se imbricam com sentido e o significado na determinação da função objetivo | 63 |
| 5.1.8 Excerto 8: quando os aspectos subjetivos, objetivos e matemáticos se imbricam com sentido e o significado na determinação das restrições do problema | 67 |
| 5.1.9 Excerto 9: quando o sentido se torna frágil | 71 |
| 5.1.10 Excerto 10: quando o significado se torna frágil | 74 |
| 5.2 METANÁLISE: BUSCA POR SENTIDO FRENTE À PERGUNTA DIRETRIZ DE PESQUISA | 78 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 83 |
| REFERÊNCIAS | 87 |

| | |
|--|-----|
| APÊNDICES | 89 |
| APÊNDICE A - Grupo C: Transcrição da aula do dia 11/04/2013 | 90 |
| APÊNDICE B - Grupo C: Transcrição da aula do dia 18/04/2013 | 91 |
| APÊNDICE C - Grupo C: Transcrição da aula do dia 25/04/2013 | 99 |
| APÊNDICE D - Grupo C: Transcrição da aula do dia 23/05/2013 | 102 |
| APÊNDICE E - Grupo C: Transcrição da aula do dia 13/06/2013 - Parte 1 | 104 |
| APÊNDICE F - Grupo C: Transcrição da aula do dia 13/06/2013 - Parte 2 | 107 |
| APÊNDICE G - Grupo C: Transcrição da aula do dia 12/09/2013 | 110 |
| APÊNDICE H - Grupo C: Transcrição da aula do dia 10/10/2013 | 113 |
| APÊNDICE I - Grupo C: Transcrição da apresentação do dia 31/10/2013 | 117 |
| APÊNDICE J - Grupo C - Desdobramentos do problema | 120 |
| APÊNDICE H - Grupo C - Análise dos desdobramentos do problema | 122 |

INTRODUÇÃO

A ideia de se pesquisar aspectos referentes à Modelagem Matemática (MM), mais precisamente os tangentes à transformação da determinação do problema, foi lapidada nos primeiros meses do ano de 2013, após inúmeras conversas com o professor orientador. A MM por si só já havia me despertado interesse durante o período de graduação, apresentando-se como uma prática pedagógica interessante, constituindo-se em perspectivas de ação e resolução das situações propostas.

Meu primeiro contato com a MM foi na graduação, em uma aula ministrada pelo professor Rodrigo Dalla Vecchia enquanto cursava a disciplina Matemática Aplicada II. Nessa ocasião desenvolvi, juntamente com meus colegas, um modelo associado à trajetória de uma barra de giz, após seu lançamento horizontal. Para tanto, utilizamos recursos digitais e matemáticos para encontrar a equação que mais se aproximasse do movimento descrito. O trabalho em grupo, agregado ao uso das mídias e aos conteúdos matemáticos, constituíram, ao meu modo de ver, uma experiência ímpar pela sua praticidade e multiplicidade de ações.

Como uma das propostas sugeridas pelo professor orientador para pesquisa foi trabalhar MM no Ensino Superior (no Curso de Engenharia de Produção, na disciplina de Pesquisa Operacional), procurei, primeiramente, fazer um levantamento teórico sobre o tema, para, assim, avaliar a possibilidade de início da pesquisa. Após uma busca em algumas bibliografias sugeridas, encontrei que a Pesquisa Operacional tem por objetivo otimizar processos dentro de organizações, utilizando-se de técnicas, entre eles a MM, para resolver seus problemas operacionais (MOREIRA, 2010). Estas organizações abrangem indústrias, transportes, finanças, entre outros. Tendo uma trajetória profissional constituída ao longo de alguns anos no ensino profissionalizante técnico e, posteriormente, na indústria, percebi uma aproximação interessante, na qual poderia juntar minha experiência ao contexto que me fez mudar de profissão, que é o relacionado ao ensino.

Minha carreira na indústria teve o primeiro passo no ano de 2000, com o ingresso no Curso Técnico em Mecânica da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, de Novo Hamburgo (RS). O curso teve duração de quatro anos, concomitantes com o Ensino Médio, com mais seis meses de estágio obrigatório. Todavia, minha carreira profissional efetiva teve início em 2004, com o estágio obrigatório em uma empresa de borracha para o setor automotivo. Nesse período, percorri os mais diversos setores da empresa, como tornearia, ferramentaria, manutenção predial e mecânica, controle de qualidade, metrologia e

finalmente planejamento e controle de produção (PCP), função na qual fui efetivado ao final do estágio. A função do planejador de produção abrangia desde a revisão do estoque de matéria-prima, passando pela programação de toda a produção e finalizando com o recebimento de pedidos pré-venda dos produtos.

Passado algum tempo, o desgaste e as reduzidas perspectivas de crescimento e reconhecimento dentro da organização, decidi retornar para minha cidade em busca de novos desafios. Inicialmente trabalhei como montador de forçadores de ar em uma metalúrgica, na época em expansão, e posteriormente em uma grande indústria de alimentos como técnico mecânico, nas funções de lubrificador, manutenção corretiva, preditiva e preventiva. Nesta mesma época comecei o Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), no polo de Novo Hamburgo, sediado na Fundação Liberato. A rotina repetitiva e desgastante da empresa, me fez tomar uma tensa decisão, que foi a de abandonar o curso superior tecnológico e procurar novos rumos acadêmicos, para ser mais preciso, o da Ciências da Natureza, na sua vertente geológica. Cursei dois semestres da graduação em Geologia, na Universidade do Rio dos Sinos (Unisinos), mas, ao final desse período, não me rematriculei por não ter condições de manter os pagamentos.

Após essa tentativa frustrada de trocar de profissão, decidi retomar minha carreira como mecânico e assumi tal posto em uma empresa de produtos de limpeza, entendidos aqui como vassouras, escovas de mão e rodos, com a coordenação da parte de manutenção mecânica, elétrica e ferramental na empresa. Contudo, nesse período, realizei o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e posteriormente participei da seleção do Programa Universidade para Todos (Prouni), do Governo Federal, e fui agraciado como uma bolsa integral no Curso Graduação em Matemática - Licenciatura, na Universidade Luterana do Brasil (Ulbra). Na primeira oportunidade que tive, me inscrevi para uma vaga de professor na forma de contrato emergencial pelo Estado do Rio Grande do Sul e, a partir de outubro de 2011, minha vontade de alguns anos passados tinha se concretizado, sobre uma diferente perspectiva, mas proveitosa da mesma forma, ou seja, tornei-me professor.

Mesmo tendo mudado de profissão, entendo que trabalhar com a PO na Engenharia ocasionou meu resgate, mesmo que indiretamente, de questões referentes à indústria, lugar no qual tive um grande aprendizado. Para tanto, utilizei desta minha relativa experiência em favor da pesquisa, que gira em torno do problema, desde a proposição inicial, perpassando pela transformação e possível construção de uma solução, considerando o contexto empregado e a matemática utilizada.

A inquietação envolvendo a ideia de problema, está relacionada com alguns questionamentos trazidos por Dalla Vecchia (2012), o qual observou que a determinação do problema pode influenciar a condução de todo o processo de Modelagem Matemática. Conforme esse autor, o problema parece ser um aspecto que perpassa diferentes perspectivas relacionadas à MM, e portanto, merece ser pesquisado com mais profundidade. Em sua pesquisa, o autor avaliou construções feitas com o mundo cibernético e observou que "[...] o modo como o problema é compreendido pelos participantes condiciona a busca por uma solução" (DALLA VECCHIA, 2012, p. 202). Segundo esse autor, considerar que o modo como o problema é determinado e o tipo de linguagem utilizada em sua determinação (seja natural, ou matemática ou de programação) "[...] conduzem a respostas específicas e pode fazer com que haja um esforço consciente de procurar constantemente outras determinações e outras formas de construir o modelo, o que amplia o leque de possibilidades para encontrar soluções" (DALLA VECCHIA, 2012, p. 219).

Dado esse aspecto, que relaciona a compreensão do problema à sua solução, apresenta-se a relevância de um aprofundamento nos estudos relacionados à própria determinação do problema, buscando compreender como a mesma ocorre para, com isso, potencializar o processo de MM, principalmente quando as situações investigadas são abertas, não se conhecendo, *a priori*, nenhuma solução. Desse modo, visamos uma ampliação dessas perspectivas, buscando uma conexão com problemas que se atualizam no campo empresarial e podem ser tratados sob a perspectiva da MM.

Para conduzir essa pesquisa, produzimos nossos dados no Ensino Superior. Esta escolha se deu pelo fato de haver a possibilidade direta de construção de modelos relacionados ao cotidiano dos estudantes, uma vez que uma das principais características dos estudantes da disciplina de Pesquisa Operacional na universidade investigada é que os mesmos, em sua grande maioria, já se encontram no mercado de trabalho. Além disso, minha trajetória pessoal na indústria também contribuiu para uma imersão no âmbito empresarial, pois poderiam surgir questões e problemas semelhantes aos ocorridos na época em que trabalhava na indústria e que, agora, poderiam ser discutidos por meio da Modelagem Matemática. Essas inquietações que se formaram do entrelaçamento de minha trajetória pessoal com o campo de investigação podem ser apresentadas pela seguinte questão, que orienta todo a pesquisa:

Como se dá o processo de transformação da determinação do problema em Modelagem Matemática ocorridos na disciplina de Pesquisa Operacional quando as situações investigadas partem das vivências dos estudantes?

Para embasarmos-nos teoricamente na fundamentação da ideia de problema, trazemos a perspectiva de Deleuze (1988) e de Saviani (1996) que, embora distintas, podem ser consideradas complementares. Conforme Deleuze (1988) o problema não pode ser confundido com sua determinação, tangenciando assim a esfera do virtual. Já para Saviani (1996), o problema abrange duas dimensões: uma objetiva e outra subjetiva. A subjetiva, está ligada à necessidade de resolução do problema e a objetiva, aos aspectos empíricos que geraram essa necessidade.

Tanto os aspectos objetivos quanto os subjetivos são abordados por meio de proposições que os determinam. Avaliaremos esse processo de determinação sob o ponto de vista do sentido, do significado e da manifestação, buscando uma orientação teórica em Deleuze (2011). O contexto no qual faremos a análise dos dados produzidos permearão o sentido no transcorrer do processo problemático. O sentido, para Deleuze (2011) não pode ser restrito ao ato proposicional, muito menos ser confundido com ele, contudo necessita da proposição para propagar-se.

Nas próximas seções, apresentaremos, primeiramente, o objetivo geral da pesquisa. Após, faremos uma revisão de literatura, a fim de buscar elementos consonantes aos pesquisados, e apresentaremos a visão de MM assumida. No referencial teórico, abordaremos a ideia de problema e as dimensões da proposição sob o ponto de vista de Deleuze (2011).

Seguindo, discerniremos sobre os aspectos metodológicos, que serão norteados primando pela compreensão dos desdobramentos da determinação do problema durante o processo de MM, em uma turma da disciplina de Pesquisa Operacional I e em uma turma de Pesquisa Operacional II, do curso de Engenharia de Produção, de uma universidade do Estado do Rio Grande do Sul, no primeiro e segundo semestre de 2013. Apresentaremos, posteriormente, a análise, que buscará o entrelaçamento entre o sentido e significados e suas relações com os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos da situação estudada. Na sequência, apresentaremos uma metanálise, que se constituirá em uma busca por respostas para a pergunta norteadora desta pesquisa. Por fim, na conclusão, apresentaremos possíveis entrelaçamentos entre os aspectos levantados na análise e na metanálise, sua intersecção com a MM e futuros encaminhamentos para a atual pesquisa.

1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa tem por objetivo investigar como se dá o processo de transformação da determinação do problema em Modelagem Matemática ocorridos na disciplina de Pesquisa Operacional quando as situações investigadas partem das vivências dos estudantes

2 REVISÃO DA LITERATURA E VISÃO ASSUMIDA

Nesta seção, iniciaremos apresentando a revisão de literatura que tem como objetivo não somente situar a presente pesquisa frente as outras, mas também de apresentar algumas distinções entre visões os muitos modos de compreender a Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática. Além disso, traremos alguns aspectos relacionados à Resolução de Problemas. Por fim, apresentaremos a visão de MM que assumimos para a presente pesquisa.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Apresentamos, nesta seção, pesquisas que tangenciam as áreas que pretendemos investigar e envolvem a Modelagem Matemática e a ideia de problema. O entrelaçamento entre esses dois aspectos já foi salientado por Dalla Vecchia e Maltempo (2009; 2010) e Dalla Vecchia (2012). Esses autores, em uma revisão de literatura, discutem que a ideia de problema, assim como a de realidade, parecem ser aspectos que perpassam os diferentes modos de compreender a MM. Desse modo, entendem que investigar tanto realidade quanto problema pode contribuir para ampliar o entendimento da própria MM. Entretanto, em nossa revisão, encontramos poucos trabalhos que fazem esse entrelaçamento de modo explícito. Optamos, então, por apresentar algumas visões que mostram perspectivas de investigações que estão sendo feitas em âmbito nacional e internacional.

Iniciamos apresentando as ideias de Cifuentes e Negrelli (2007; 2012) que, em um primeiro momento, discutem aspectos empíricos da matemática implícitos à MM, tornando a própria matemática passível de modelação¹, na tentativa de fornecer uma nova perspectiva sobre os conteúdos matemáticos. Para tanto, baseiam o processo de MM na observação e na intuição, além de, formalmente, adotarem o método axiomático para uma exemplificação aritmética, buscando um contraponto às concepções acerca das MM apresentadas. Já em 2012, analisam aspectos epistemológicos do processo de MM, considerando a realidade no processo. Estes autores entendem por realidade "[...] tudo o que existe" (CIFUENTES; NEGRELLI, (2012, p. 27), assumindo uma posição filosófica denominada *realismo empírico*². O processo de transformar o objeto existente em simbologia matemática, os

¹ Os autores sugerem a adequação da matemática para assim ser suscetível sua utilização na Modelagem Matemática. Para tanto, no decorrer do artigo, apresentam um exemplo envolvendo a aritmética e seus desdobramentos.

² O realismo empírico consiste no "[...] reconhecimento da existência das coisas independentemente do conhecimento que temos delas" (CIFUENTES; NEGRELLI, 2012, p. 27).

autores denominam de pseudo-realidade³. A diferença, para os autores, entre a realidade inicial (realidade empírica) a ser modelada e aquilo que entendem como sendo uma pseudo-realidade⁴ se dá pela linguagem utilizada no processo de transformação, pois esta linguagem trará as limitações que serão consideradas no transcorrer do processo. Ainda, permeiam uma releitura do processo de MM, baseada no realismo, no estruturalismo e no empirismo, considerando, assim, a realidade inicial a ser modelada, pleiteando uma visão semiempírica da realidade e suas consequências para a Educação Matemática. Em ambas as publicações, os autores não explicitam a definição do problema para a pesquisa, resumindo-se a uma situação de interesse, passível de um posterior tratamento matemático.

Outros autores pesquisados são Burak e Klüber (2005; 2007a; 2007b). Burak e Klüber (2005) apresentam resultados parciais de uma aplicação de MM em uma turma de Ensino Médio de uma escola pública, seguindo a metodologia de Burak (1998; 2012), com o objetivo de analisar, interpretar e discutir aspectos práticos da MM no contexto escolar. Burak (1998; 2012) divide o processo de MM em etapas, sendo, a primeira, *a escolha do tema*, o momento em que a definição do problema é abordado. O autor defende que os temas devem ser colocados pelos alunos seguindo seus interesses de pesquisa ou para resolução de uma situação-problema (BURAK, 2012). Já em Burak e Klüber (2007a), os referidos autores fazem um resgate cronológico de suas caminhadas na MM, perpassando por aspectos pedagógicos da influência dos atores desse processo enquanto agentes ativos na escolha dos temas a serem trabalhados, com sua respectiva influência no processo de ensino e aprendizagem da Matemática e nas práticas pedagógicas dos professores. Em Burak e Klüber (2007b), retomam a concepção de MM, sugerida anteriormente por Burak (1998), o qual exprime os passos que devem ser seguidos para realização da mesma. O artigo exalta, também, a importância de se trabalhar por essa prática educativa, procurando justificar o seu uso na Educação Matemática e no Ensino.

Outro autor pesquisado, Araújo (2007; 2012), concebe a MM como sendo

[...] uma abordagem, por meio da matemática, de um problema não matemático da realidade, ou de 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, 2007, p. 30)

³ Os autores definem a pseudo-realidade como sendo "[...] elaboração de uma representação da realidade inicial, utilizando diversas linguagens, desde a natural, a natural enriquecida com elementos gráficos ou visuais, a **matemática**" (CIFUENTES; NEGRELLI, 2012, p. 28 - negrito nosso).

⁴ Em nossas ideias, trazemos uma visão distinta de realidade, que aborda o atual e o não atual como base para a discussão entre a relação da matemática com a realidade mundana.

A autora entende, então, a MM como sendo a tradução de problemas não matemáticos da realidade em situações matemáticas através de teorias e conceitos próprios. Para tanto, Araújo (2007) discute o platonismo e o formalismo e propõe, após uma crítica a estas concepções de realidade, uma perspectiva de MM que se preocupe com a prática social da Matemática, assumindo uma postura consonante com a Educação Matemática Crítica (EMC). Nessa pesquisa, a autora sugere uma possível participação dos alunos na escolha do tema de estudo, alertando do risco de que as proposições feitas por eles recaiam nos casos do platonismo ou do formalismo citados.

Posteriormente, em 2012, a autora retoma a EMC, desta vez com uma atividade prática desenvolvida por um grupo de estudantes de um curso de graduação. Baseia-se principalmente em Paulo Freire e Ole Skovsmose para organizar ambientes de MM enfatizando a educação libertadora e problematizadora do primeiro referencial e a Educação Matemática Crítica do segundo. A autora entende por educação libertadora e problematizadora como sendo "[...] a inserção crítica do educando em sua realidade, a fim de problematizá-la e transcendê-la" (ARAÚJO, 2012, p. 70). Seus resultados foram expressos de duas formas: o ser crítico, que se caracteriza pela inserção dos alunos em sua realidade, e nos aportes teóricos da matemática para se fundamentar os resultados. A prática abordada pela autora nessa investigação é a de projetos de modelagem, nos quais as situações investigadas foram definidas conjuntamente entre os alunos e a professora.

Outro investigador que merece destaque é Barbosa (2007) que apresenta uma *framework* da prática de alunos de graduação na MM, na qual adota uma postura social discursiva para discutir acerca de aspectos em torno desta prática, destacando as discussões paralelas, matemáticas, técnicas e reflexivas concebidas em sala de aula. Em sua pesquisa, o autor entende a MM como sendo um ambiente de aprendizagem que, em sua visão, são as condições propiciadas aos alunos para desenvolverem suas ações (BARBOSA, 2007). Nessa investigação, o autor destaca a postura mediadora do professor perante à modelagem de situações-problema e enfatiza como principal resultado que as práticas dos alunos no ambiente de MM podem ser descritas em termo de seus discursos. Para tanto, o autor reinterpreta a noção de rotas de modelagem, definidas pelos discursos norteadores do processo. Estes discursos podem ser classificados em matemáticos, teóricos, reflexivos ou paralelos. Os discursos matemáticos são aqueles que objetivam desenvolver conceitos e/ou ideias matemáticas. Já, os discursos técnicos tem por fim desenvolver habilidades de resolução de problemas matemáticos aplicados. Os discursos reflexivos são aqueles que

analisam a natureza dos modelos matemáticos. E, para finalizar, os discursos paralelos que, *a priori*, não possuem influência na construção dos modelos matemáticos.

Em Malheiros (2008), a proposta apresentada é de se trabalhar com a MM totalmente a distância, explorando o ambiente virtual de aprendizagem. Nessa pesquisa, a MM é entendida como "[...] uma estratégia pedagógica na qual alunos, partindo de um tema ou problema de interesse deles, utilizam a Matemática para investigá-lo ou resolvê-lo [...]" (MALHEIROS, 2008, p. 65). Em suma, a tese exprime a importância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em toda elaboração do projeto que, como sendo a distância, se constituiu no meio de pesquisa e comunicação dos participantes. A autora salienta a dificuldade de se eleger o tema para investigação, reportando a complexidade da prática pedagógica inerente à MM. Adiante, Malheiros (2012) expõe uma revisão de literatura acerca da MM, ressaltando tendências na Educação e na Educação Matemática, em nível nacional, baseado em suportes teóricos, a saber: Educação Matemática Crítica, Interesse, Interdisciplinaridade e Contextualização. Destaca, ainda, a importância da continuidade dos debates teóricos sobre estes conteúdos. Ainda neste artigo, a autora assume que a proposição do tema de pesquisa deve partir do interesse coletivo dos alunos, visto que a maior parte das atividades de modelagem são praticadas em grupo, proporcionando o diálogo e a interação entre os discentes.

No âmbito internacional, diferentes autores abordam a relação do problema de pesquisa com a MM. Trazemos inicialmente Zawojewski (2010), que aborda aspectos acerca da compreensão e da realização da pesquisa por meio da MM a saber: a diferenciação entre resolver problemas e modelar, assim como, a composição destas duas metodologias e suas implicações para a pesquisa. Em suas investigações, o autor defende que existem diferenças entre a resolução de problemas e modelar, afirmando que na

[...] resolução de problemas, os "dados" e "metas" são considerados estáticos e imutáveis, enquanto que na modelagem os "dados" e "metas" são dinâmicos, sob constante reinterpretação, e capaz de serem reformulados e modificados dependendo do nível e tipo de especificações feitas sobre a função que servirá ao modelo, e sobre os pressupostos, condições e limitações que o solucionador de problemas traz para o processo (ZAWOJEWSKI, 2010, p. 240 - tradução nossa)⁵

⁵"In problem solving, the "givens" and "goals" are considered static and unchanging, whereas in modeling the "givens" and "goals" are dynamic, constantly under reinterpretation, and able to be reformulated and modified depending the level and type of specification made concerning the function the model is to serve, and on the assumptions, conditions and limitations the problem solver brings to the process."

Zawojewski (2010) afirma que, para a resolução de problemas, o foco se concentra na busca de um meio correto para resolver o problema, mesmo admitindo que o caminho para solução pareça inviável à primeira vista. Todavia, quando o foco está em encontrar uma forma produtiva de se pensar envolvendo a matemática para solucionar uma situação e o processo, influenciado pela necessidade, permitir a alteração dos dados, seja para simplificar alguns, excluir outros ou manter os demais, esta atividade se caracteriza por modelagem (ZAWOJEWSKY, 2010).

Outro autor que aborda o entrelaçamento entre problema e MM é Højgaard (2010). Em suas pesquisas, discute o desenvolvimento de competências de MM e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, ressaltando suas semelhanças e distinções e debatendo suas influências na Educação Matemática. Como principais aspectos apresentados por ele, tem-se que as competências de MM servem para mensurar a habilidade com a qual um indivíduo realiza todas as etapas de um processo de Modelagem Matemática em um determinado contexto. Para Højgaard (2010), a MM é dividida em seis subprocessos, a saber, formulação de uma tarefa, seleção das variáveis, transformação das variáveis para linguagem matemática, obtenção do modelo, interpretação dos resultados e validação do modelo. Já a competência de resolução de problemas é a capacidade de resolver diferentes tipos de problemas matemáticos previamente formulados. Embora entendamos a importância da teorização feita por esse autor, nos questionamos frente a essa categorização como instâncias sequenciais de um processo que nos parece não se subordinar, sempre, à uma linearidade de acontecimentos pré-definidos (DALLA VECCHIA, 2012).

Por fim, trazemos Greefrath (2010), que apresenta os resultados de um estudo empírico de resolução de problemas e MM com alunos de escolas secundárias. O objetivo deste estudo aborda os processos de planejamento de problemas de modelagem, recaindo sobre a solução destes e as estratégias utilizadas. O autor exprime que a conexão entre a MM e os métodos de resolução de problemas se dá pelo fato de ambos serem descritos por um modelo teórico, ou seja, uma estrutura cíclica que visa à obtenção de um modelo matemático. A diferença entre estas duas técnicas, segundo Greenfrath (2010), consiste na abordagem da realidade que a MM abarca, em detrimento à resolução de problemas. Todavia, o autor não define explicitamente o termo *realidade*, limitando-se à relacioná-lo com uma situação suscetível de transformação durante o processo.

Especificamente falando da Resolução de Problemas, encontramos Pozo (1998), que defende que podemos ensinar os alunos a resolverem problemas. Para tanto, o autor define que, para este aprendizado, além da boa ou má definição do problema, perpassa pela "[...]

compreensão da tarefa, a concepção de um plano que nos conduza à meta, à execução desse plano e, finalmente, uma análise que nos leve a determinar se alcançamos ou não a meta" (POZO, 1998, p. 22). Todavia, o autor esclarece que a solução de problemas se entrelaça com a metodologia de ensino e seus objetivos. O sucesso, ou não, deste método de ensino depende diretamente do contexto no qual será aplicado, devendo este pertencer à realidade do aluno. Outro fator importante diz respeito à estratégia de ensino aplicada, que deve abarcar os conhecimentos prévios dos alunos, tanto os conceituais quanto os procedimentais e sua ligação com o conteúdo do problema (POZO, 1998).

Segundo Echeverría (1998), assim como o processo educativo, a aprendizagem da solução de problemas é uma tarefa de longo prazo, pelo fato da fragilidade conceitual e procedimental dos alunos enquanto solucionadores de problemas. Cabe, então, ao professor atuar perante a aprendizagem do aluno, analisando os procedimentos adotados pelos alunos e aproveitando-se dos erros, não para punir, mas, sim, "[...] para informar tanto a respeito das dificuldades que um aluno apresenta para adotar procedimentos do tipo técnico ou estratégico, como tipo de teorias ou crenças com as quais ele tem que lidar em determinado momento" (ECHEVERRÍA, 1998). Assim sendo, o professor deve auxiliar os alunos a organizarem seus conhecimentos prévios na forma de estratégias, a fim de aplicá-los na resolução do problema.

Os autores acima citados foram escolhidos devido à proximidade de suas pesquisas com a proposta no presente projeto, abordando aspectos específicos da MM, e específicos de problemas e tangenciando nossa proposta de discutir o papel de problema no contexto da MM. Embora a aproximação com nossa proposta possa ser explicitada, nenhuma das pesquisas encontradas/analizadas aprofundam-se no processo de transformação do problema, limitando-se a constituírem um problema inicial pré-determinado ou a reexecução do processo na busca pela validação matemática do problema. Entendemos que, nessa lacuna, abre-se um campo investigativo interessante, pois o mesmo tem potencialidade de implicar em metodologias e procedimentos que possam a vir se tornar importantes, tanto para o processo de Resolução de Problemas quanto para o de Modelagem Matemática.

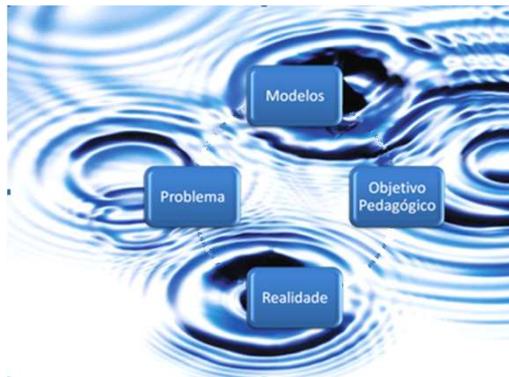
2.2 VISÃO DE MODELAGEM ASSUMIDA

Assumimos, para esta investigação, a visão de Modelagem Matemática defendida por Dalla Vecchia (2012, p. 123) que a entende como sendo "[...] um processo dinâmico e pedagógico de construção de modelos sustentados por ideias matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão abrangida pela realidade". Intrínseco a

essa perspectiva, estão aspectos teórico-filosóficos que sustentam a investigação que envolve MM e construção de jogos eletrônicos, pautados principalmente, no entendimento de que o mundo cibernético é uma dimensão abrangida pela realidade (BICUDO, ROSA, 2010).

De modo mais específico, ao considerar essa visão, entendemos ser possível observar que a MM, quando considera o mundo cibernético como um dimensão de abrangência, também se mostra fluida e em constante transformação em relação a qualquer dimensão de realidade considerada. Essa fluidez não se dá somente devido à referência à realidade, que por si só já admite distinções qualitativas frente a outras dimensões da realidade, mas também pela composição dos quatro aspectos considerados relevantes: objetivo pedagógico, modelos/linguagem, problema e realidade (DALLA VECCHIA, 2012). De modo alegórico, entendemos que as características múltiplas de cada um se entrelaçam, influenciando o processo de MM, do mesmo modo que pedras atiradas em um lago de águas paradas influenciam as ondulações do mesmo (Figura 1).

Figura 1 – MM vista como um fluxo que se desdobra por meio da multiplicidade dada pelo modelo, pelo problema, pelo objetivo pedagógico e pela realidade.



Fonte: Dalla Vecchia (2012, p. 217)

Ao visualizar a Figura 1, é possível observar que as ondulações não formam um campo isolado, mas sim campos que se afetam, formando fluxos. Avaliada por meio dessa perspectiva, a MM pode ser vista como um processo que não se mostra estático, pois qualquer alteração pode influenciar de modo decisivo o encaminhamento na busca de uma solução para o problema. Assim, no âmbito dessa investigação, o processo de MM é compreendido como sendo algo não necessariamente linear ou formado por etapas pré-determinadas e que somente se mostra ao longo do próprio processo.

Adentro aos quatro aspectos apresentados, o referido autor entende por objetivos pedagógicos, como sendo "[...] o conjunto de fins ou metas que se deseja atingir quando se desenvolve qualquer tipo de proposta com os alunos que visa a contribuir para o processo

educacional" (DALLA VECCHIA, 2012, p.71), buscando a harmonia com o processo educacional, extrapolando a relação entre o professor, os alunos e o conteúdo, mostrando uma preocupação reflexiva com o contexto que os envolve. Por modelo, o autor entrelaça concepções relativas a distintos aspectos: à sua simbologia, à sua finalidade e à sua relação com a realidade. Nesse contexto, entende por modelo "[...] o exemplar de uma situação que se mostra por meio de uma linguagem estruturada por ideias matemáticas" (DALLA VECCHIA, 2012, p.116)

Por problema, Dalla Vecchia (2012, p.119) entende por "[...] um conjunto de condições não atuais e indeterminadas que dizem respeito a uma dada situação e que gera um campo de conflitos que vai assumindo gradativamente um caráter mais ou menos estável, à medida que vai sendo determinado". Esta concepção é apoiada na visão de Deleuze (1988), acerca a ulterioridade da sua determinação. Por fim, a concepção de realidade é o tema central da tese do referido autor. Para tanto, considera o mundo cibernético como uma das dimensões abrangidas pela realidade, trazendo esta perspectiva como um horizonte, não desvinculando o homem da sua realidade.

No próximo capítulo discutiremos os referenciais teóricos que aportarão esta pesquisa. Iniciaremos pela ideia de problema, perpassando por sua concepção histórica até a visão que nos apoiaremos. E, por fim, apresentaremos a Pesquisa Operacional e seu papel na investigação.

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

Nesta seção apresentaremos os aportes teóricos que sustentarão nossa pesquisa. O entrelaçamento entre as concepções Deleuzianas e a MM emergem da dinamicidade e imprevisibilidade característica deste processo de obtenção de modelos (DALLA VECCHIA, 2012). A ulterioridade da determinação do problema, aliada à multiplicidade de possibilidades de atualização (DELEUZE, 1988), impedem-nos de admitir uma solução estanque e/ou única para o problema, ou mesmo que esta solução já exista enquanto este é proposto.

Quando nos apoiamos em uma única perspectiva de solução, condicionamos nosso pensamento a uma única imagem e recaímos, invariavelmente, no senso comum individualizado, proposto como ideal. Segundo Deleuze (1988), devemos ter o cuidado de não acomodar o pensamento em uma única imagem, condicionando todo o processo criativo, não nos restringindo em buscar contraexemplos desta imagem, mas, sim, dissociando o empírico do transcendental, buscando os motivos de sua escolha e as potencialidades que esta proporcionará para além.

Embasados nessa perspectiva, discorreremos neste capítulo acerca das concepções de problema que adotaremos e sua determinação proposicional, além dos distintos vieses que o ato propositor assume. Além disso, abordaremos as ideias de pensamento e reconhecimento e suas possíveis ligações com o problema, o sentido e o significado adentro o contexto problemático.

3.1 PROBLEMA E DETERMINAÇÃO

A concepção de problema, por si só, gera inúmeras inquietações e interpretações idealizadas por diferentes autores. Segundo o dicionário de Filosofia Abbagnano (2007), problema é qualquer situação que tenha mais de uma alternativa, ou seja, não tem um único significado. A noção de problema tem uma de suas primeiras interpretações dadas pela Matemática e era entendida como "[...] uma proposição que parte de certas condições conhecidas para buscar alguma coisa desconhecida" (ABBAGNANO, 2007, p. 796). De acordo com o dicionário, esta visão fora concebida na matemática antiga para diferenciá-la da noção de teorema, entendido por qualquer proposição anteriormente demonstrada. Essa visão ganhou força, porém modificada, com Kant que, segundo o dicionário Abbagnano (ABBAGNANO, 2007, p. 797), entendia problema como "[...] proposições demonstráveis que exigem provas ou expressam uma ação cujo modo de execução não é imediatamente certo".

No contexto explicitado, no dicionário Abbagnano (2007), um problema não pode ser confundido nem com a dúvida nem com a pergunta. A dúvida, "[...] uma vez resolvida, está eliminada e é substituída pela crença" (ABBAGNANO, 2007, p.797) e a pergunta, "[...] uma vez respondida, perde o significado" (ABBAGNANO, 2007, p.797). Um exemplo disso é alimentar-se para saciar a fome. O problema da fome está solucionado, mas nem por isso deixará de existir, já a dúvida e a pergunta não fazem mais sentido perante o problema exposto. Toda vez que o estado de fome surgir, basta alimentar-se para sanar o problema.

Essa relação biunívoca entre problema e solução é factível de questionamentos pois, nesta pesquisa, não serão considerados apenas os aspectos matemáticos para a solução dos problemas. Por esse motivo, focaremos as visões de Deleuze (1998) e Saviani (2011), que, embora distintas, entendemos que são, sob certo aspecto, complementares. A escolha dessas visões frente a outras se deu, principalmente, em função da potencialidade relacionada à análise das situações investigadas.

Para Saviani (1996), um problema, para definir-se como tal, não depende apenas do objeto em questão e sua existência, mas, também, perpassa pela necessidade de resolvê-lo, ou, nas próprias palavras do autor, a "[...] essência do problema é a necessidade" (SAVIANI, 1996, p. 14). Nesse sentido, acrescenta que:

No processo de produção de sua própria existência o homem se defronta com situações iniludíveis, isto é: enfrenta necessidades de cuja satisfação depende a continuidade mesma da existência (não confundir existência, aqui empregada, com subsistência no estrito sentido econômico do termo). Ora, este conceito de necessidade é fundamental para se entender o significado essencial da palavra problema (SAVIANI, 1996, p. 14).

Porém, Saviani (1996) engendra que a necessidade, apesar de ser uma característica fundamental, forma apenas um dos aspectos do problema. Em suas ideias, esse autor defende que o problema apresenta dois aspectos, um subjetivo, caracterizado pela necessidade, e outro objetivo, que se constitui pela situação concreta que gerou a necessidade. Esta visão pode ser observada quando Saviani (1996, p. 14) diz que a necessidade

[...] só pode existir se ascender ao plano consciente, ou seja, se for sentida pelo homem como tal (aspecto subjetivo); há, porém, circunstâncias concretas que objetivizam a necessidade sentida, tornando possível, de um lado, avaliar o seu caráter real ou suposto (fictício) e, de outro, prover os meios de satisfazê-la (SAVIANI, 1996, p. 14).

Outro autor que fala a respeito da ideia de problema é Deleuze (1988), que defende a concepção de que o problema é anterior à proposição que o determina. Sendo mais específico, este autor entende que um problema "[...] se determina ao mesmo tempo em que é resolvido; mas sua determinação não se confunde com a solução: os dois elementos diferem por natureza, e a determinação é como que a gênese da solução concomitante" (DELEUZE, 1988, p. 159). Assim, entendemos a determinação como um vetor, que indica o sentido, na direção da solução para o referido problema (DALLA VECCHIA e MALTEMPI, 2012). Em outras palavras, determinação e solução se imbricam de tal modo que o modo como o problema é expresso é considerado como uma forma de conduzir o problema, já indicando possíveis respostas e o caminho pelo qual o problema vai se desvelar. Nesse sentido, afirma:

Por si mesma, uma proposição é particular e representa uma resposta determinada. Um conjunto de proposições pode distribuir-se de tal maneira que as respostas que elas representam formem os casos de uma solução geral (assim, os valores de uma equação algébrica). Mas, precisamente, gerais ou particulares, as proposições só encontram sentido no problema subjacente que as inspira. (DELEUZE, 1988, p. 265)

Essas determinações podem ser tratadas como "[...] proposições da consciência, designando casos de solução em relação ao conceito tomado em geral. Mas o elemento do problemático, em seu caráter extraproposicional, não cai na representação" (DELEUZE, 1988, p. 171).

O extraproposicional pode ser associado com a "[...] gênese do ato de pensar [...]" (DELEUZE, 1988, p. 154) de cada indivíduo, no qual Deleuze (1988) exprime esse conceito como sendo o diferencial, ou, ainda, o modo preciso para a transcendentalização do problema, não deixando escapar a concepção que do subrepresentativo que a ideia exprime. O autor expressa sua convicção de que o pensamento não pode ser restringido nem por categorias, nem pela sua representação. Mas, de qualquer forma, é uma zona instável, constituída de formas e fragmentos e sua representação pode se constituir como uma de suas soluções. Portanto, "um problema não existe fora de suas soluções. Mas, em vez de desaparecer, ele insiste e persiste nas soluções que o recobrem" (DELEUZE, 1988, p. 159).

Os aspectos transformativos da definição do problema, representado por meio de proposições, estão invariavelmente ligados com a gênese do pensamento, ou, ainda, com a gênese do elemento problemático, a Ideia. Esta assimilação é explanada por Deleuze, quando afirma que "[...] os problemas são as próprias Ideias" (DELEUZE, 1988, p. 158), diferindo-se e assemelhando-se na dimensão virtual.

A Ideia não se dispõe nem de forma única nem de forma múltipla e sua proposição é dada de forma acidental no espaço-tempo (DELEUZE, 2010), todavia são inseparáveis pela objetividade presente no ato propositivo, fomentada pela incapacidade do pensar no pensamento. Apesar de a Ideia não ser atualizável, o levantamento das proposições abarca parcialmente a essência da Ideia, pois esta, sendo transcendente à especulação, não pode ser restrita a uma abstração, designando-se de forma acidental, sensibilizando-se a caminho da determinação do problema. A Ideia é fruto das singularidades⁶, repartidas, determinadas, coexistentes, atualizadas por diferenciação, "para ela [Ideia], atualizar-se é diferenciar-se" (DELEUZE, 1988, p. 266). Tornando-se, na sua virtualidade, indiferenciada, mas, ainda assim, diferenciada, agregando noção a esse conceito. Podemos pensar neste processo de forma completa, pela indiferença e pela indiferenciação, assim como duas metades sendo uma delas

[...] uma metade ideal, que mergulha no virtual e é constituída, por um lado, pelas relações diferenciais e, por outro, pelas singularidades correspondentes; uma metade atual, constituída, por um lado, pelas qualidades que atualizam essas relações e, por outro, pelas partes que atualizam essas singularidades (DELEUZE, 1988, p. 266).

Para Deleuze (1988), a diferenciação age pela reciprocidade das relações diferenciais, representando a multiplicidade destas relações e de suas singularidades, concerne um domínio ou um território. Ainda assim, estes elementos não são designados nem significados. A diferenciação agrega os aspectos qualitativos e quantitativos a estas relações diferenciais e as singularidades, todavia, de forma alguma, esgotando a virtualidade, esta inesgotável de possibilidades de atualização. Portanto, a diferenciação se perfaz nos termos e nas relações no interior da Ideia, correlacionando as singularidades, e a diferenciação são os efeitos, a constituição e a especificação das singularidades.

O problema e a Ideia são virtuais, porém o problema tem a potencialidade de atualizar-se, seja por sua definição ou por proposições especulativas. O problema, pela definição é "[...] completamente determinado, sendo-lhe próprio ser diferenciado [...]" (DELEUZE, 1988, p. 266). Esta diferenciação concebe "[...] objetividade à ideia, à realidade do virtual" (DELEUZE, 1988, p. 266), um lugar no espaço, no tempo e na consciência, mas é ao mesmo tempo indiferenciado, pois não deixa de persistir nas soluções que o engendra.

Sabendo que um problema "[...] se determina ao mesmo tempo em que é resolvido [...]" (DELEUZE, 1988, p. 159), enquanto este não é, permanece na indiferenciação, não

⁶ Singularidades, para Deleuze, são os designantes da multiplicidade inerente ao sentido (DELEUZE, 2011)

deixando de persistir e insistir nas soluções que o engendra. Podemos pensar, enquanto o problema não se atualiza, isto é, não se determina, em "[...] Ideias-problema [...]" (DELEUZE, 1988, p. 266), em um âmbito virtual no qual a multiplicidade e variação de elementos e suas singularidades são latentes a estes dois entes. Podemos pensar, ainda, na Ideia como a gênese do problema e o problema como a objetivação da Ideia.

Adentro esta mensuração (não uma mensuração quantitativa, mas sim qualitativa) de Ideia e problema, esta estrada de duas vias que não se intersectam, mas funcionam no duplo sentido, ou duplo movimento, dos processos de atualização e virtualização, sendo que o virtual, potente de atualização, isto é, diferencia-se, e o não atualizável, residente na Ideia, permanente na virtualidade, diferenciado, aguardando inconscientemente, possíveis relações diferenciais e as singularidades, afim de se atualizar.

3.2 DIMENSÕES DA PROPOSIÇÃO: A BUSCA PELO SENTIDO

Uma proposição, seja ela qual for, seja verbal, escrita, simbólica, não pode e nem deve ser confundida com o problema no qual ela se refere. O problema, como vimos, possui sua essência no virtual. Não no virtual que se confunde com uma desterritorialização ou com a simples presença de um espaço construído pelas tecnologias digitais (LOPES, 2005), mas sim um virtual que se firma como potência (DELEUZE, 1988). Nesse sentido, o virtual se instaura no âmbito do inventivo que vai muito além de sua apreensão pelo signo ou pela estabilidade do já representado. Trata-se de um virtual que "[...] não é apreendido por nenhuma relação de especificidade porque não é uma potência específica, mas sim potência plural, instauradora da vertigem da diferença" (LOPES, 2005, p. 105).

Esse modo de compreender problema traz como consequência a existência de um complementar que sempre foge ao signo e ao expresso quando se trata de procurar um modo de expressá-lo. Por outro lado, não há outro caminho para apresentar o problema, em termos linguísticos, senão por meio da proposição (falada, escrita) que o determina. Sendo assim, decalcamos nossa atenção na compreensão da proposição. Entretanto, não se trata de apenas apreender o significado das proposições, mas sim se este conjunto estabelece sentido perante o problema, pois, para Deleuze (1988; 2011), o acontecimento proposto pelas seguidas proposições é o que fomenta estas apreensões, traduzidas por nós como o aprendizado.

Nesse contexto, pensamos que deve haver uma triangulação entre o problema, o significado e o sentido, intermediada pelas proposições. Para Deleuze (1988), nenhum destes três conceitos pode ser restringido à proposição, mas, ao mesmo tempo, de forma indireta,

necessitamos das proposições para garantir a existência destes, até mesmo da sua triangulação. Este devir entre propor e não uma situação, garante que todo o problema é resolvível e irresolvível ao mesmo tempo (DELEUZE, 2011), assegurando a atemporalidade deste conceito. Logo, as proposições e os significados estabelecidos devem aludir ao problema, fomentando o sentido em todo o processo problemático.

3.2.1 Proposição e sentido

Nesta seção, nos aprofundaremos em alguns aspectos da obra *Lógica do Sentido*, de Gilles Deleuze, que discute a proposição em função de quatro dimensões. Segundo esse autor, a primeira dimensão é chamada **designação** e consiste na relação da proposição a um estado de coisas que são exteriores. Essa relação

[...] opera pela associação das próprias palavras com imagens particulares que devem "representar" o estado das coisas: entre todas aquelas que são associadas à palavra, tal ou tal palavra à proposição, é preciso escolher, selecionar as que correspondem ao complexo dado. (DELEUZE, 2011, p. 13)

Em termos de lógica, a designação, segundo Deleuze, assume dois estados: o verdadeiro e o falso. O verdadeiro significa que "[...] a designação é efetivamente preenchida pelo estado de coisas que os indicadores são efetuados, ou a boa imagem selecionada" (DELEUZE, 2011, p. 14). Já o negativo se refere ao não preenchimento da designação pelas imagens destacadas, ou pela impossibilidade de produzir uma imagem factível às palavras (DELEUZE, 2011).

A segunda dimensão que a proposição assume é chamada de **manifestação**, que se refere à relação entre a proposição e o sujeito que se exprime por meio dela. Conforme Deleuze (2011), essa manifestação se apresenta como se fosse o enunciado dos desejos e crenças que dizem respeito à proposição. Nesse sentido, o autor acrescenta que desejos e crenças não se tratam de associações, mas sim de referências causais. Acerca desses dois aspectos, Deleuze (2011, p. 14) acrescenta:

O desejo é a causalidade interna de uma imagem no que se refere à existência do objeto ou do estado de coisas correspondente; correlativamente, a crença é a espera deste objeto ou estado de coisas, enquanto sua existência deve ser produzida por uma causalidade externa.

É importante apresentar que o autor entende que a manifestação é primária frente à designação, uma vez que dá sustentação, em termos de possibilidade, para a designação, formando, por meio das inferências, uma unidade sistemática da qual as associações designativas derivam. Nesse sentido, Deleuze (2011, p. 14) reforça que a indicação ou designação "[...] subsumia os estados de coisas individuais, as imagens particulares e os designantes singulares; mas os manifestantes, a partir do Eu, constituem o domínio do pessoal, que serve de princípio para toda a manifestação possível". Trata-se, portanto, de um deslocamento que não vai mais do verdadeiro para o falso (designação), mas sim da veracidade (características ou particularidades do que é verdadeiro) para o engano.

Há ainda uma terceira relação assumida pela proposição, chamada de **significação**, que é a relação existente entre a palavra com conceitos universais ou gerais e das ligações sintáticas com implicações de conceito. Sob esse aspecto, os elementos de uma proposição são sempre considerados significantes do conjunto de implicações de conceitos que podem remeter a outras proposições, que podem servir de premissas à primeira. Para Deleuze (2011, p. 15) a significação "[...] se define por esta ordem de implicação conceitual em que a proposição considerada não intervém senão como elemento de uma "demonstração"⁷, no sentido mais geral da palavra, seja como premissa, seja como conclusão". Nesse contexto, o autor afirma que os significantes linguísticos são, em essência, o "implica" e o "logo", nos quais a implicação é o "[...] signo que define a relação entre as premissas e a conclusão" (DELEUZE, 2011, p. 15) e o logo é "[...] signo da asserção, que define a possibilidade de afirmar a conclusão por si mesma no final das implicações". Essa espécie de demonstração, não deve ser entendida somente no sentido lógico ou matemático, mas também em termos físico das probabilidades e moral das promessas e compromissos. Desse modo, uma significação (ou demonstração) pode não operar necessariamente no âmbito da "verdade", como ocorre nos silogismos matemáticos, abrangendo também condições de verdade, isto é, "[...] o conjunto das condições sob as quais uma proposição "seria" verdadeira" (DELEUZE, 2011, p. 15). É importante destacar que a significação não se fundamenta na verdade sem abrir espaço para possível para o erro. Como consequência, a condição de verdade não se opõe ao falso, mas sim ao absurdo, que é considerado pelo autor aquilo que é sem significação e que não pode assumir os valores lógicos nem de verdadeiro nem de falso.

⁷ Deleuze (2011, p. 15) entende demonstração em um sentido mais geral, que quer dizer "[...] que a significação da proposição se acha sempre assim no procedimento indireto que lhe corresponde, isto é, na sua relação com outras proposições das quais é concluída, ou, inversamente, cuja conclusão ela torna possível".

O autor que embasa essa seção ainda traz uma discussão interessante, envolvendo o posicionamento da significação frente à designação e à manifestação, fundamentada no seguinte questionamento: "[...] a significação é, por sua vez, primeira com relação à manifestação e a designação?" (DELEUZE, 2011, p. 16). Para responder a essa pergunta, afirma que é de um ponto de vista particular que a manifestação é primeira em relação à designação. Esse ponto é a fala, na qual o Eu começa de modo absoluto. Sob essa perspectiva, a manifestação é primeira em relação a toda designação possível e às significações que envolvem a designação. Mas, nesse âmbito, primado pela fala, Deleuze (2011, p. 16) afirma que "[...] as significações não valem e não se desenvolvem por si mesmas: elas aparecem subentendidas pelo Eu, que se apresenta, ele próprio, tendo uma significação imediatamente compreendida, idêntica à sua própria manifestação". Em outras palavras, a fala já carrega significação de modo implícito, que são as dadas pelos conceitos internalizados no Eu. Desse modo, as proposições da fala são tomadas como ponto inicial para a apresentação das designações, com as significações já implícitas. A busca pelos conceitos, caso não haja o entendimento no diálogo, remete à apresentação de outras falas que, por elas mesmas, já se apresentam com significação imediatamente implícita.

Porém, há outra ordem de compreensão que a significação deve ser considerada, que é a ordem da **língua**, sob a qual, as significações valem e se desenvolvem por si mesmas, fundamentando assim a manifestação e, por conseguinte, a designação. Segundo Deleuze (2011, p. 16), uma proposição "[...] não pode parecer aí a não ser como premissa ou conclusão e como significante dos conceitos antes de manifestar um sujeito ou mesmo designar um estado de coisas". Desse modo, o foco recai sobre a relação da palavra com o conceito, fazendo com que seja possível variar imagens particulares associadas à palavra, substituindo uma imagem por outra. Em nossa investigação, este aspecto se mostra importante, pois a mudança da imagem pode contribuir para uma outra determinação do problema que, por conseguinte, implica em soluções distintas (DELEUZE, 1988). Essa mudança, conforme Deleuze (2011), se explica por um único motivo: a constância do conceito significado. A consideração do conceito permite um novo olhar para os dois aspectos que fundamentam a manifestação, que são o desejo e a crença, explicada pelo autor:

[...] [caso o conceito significado não fosse constante] os desejos não formariam uma ordem de exigências ou mesmo de deveres, distinta de uma simples urgência das necessidades, e as crenças não formariam uma ordem de inferências distinta das simples opiniões se as palavras nas quais se manifestam não remetessem primeiramente a conceitos e implicações de

conceitos que tornam significativos esses desejos e essas crenças.
(DELEUZE, 2011, p. 17)

Desse modo, a ordem da língua instaura o primado da significação que, por sua vez, orienta a manifestação e a designação. Estes círculos que envolvem manifestação, designação e significação formam uma trama complexa, mas são suficientes para discutir as proposições, tanto as que compõem a escrita quanto as faladas? Para compreender melhor, trazemos um exemplo, comumente encontrando em concursos que envolvem lógica:

Qual é a conclusão lógica das expressões A e B:

A: *Se eu tenho uma bicicleta, então o avião é verde.*

B: *Eu tenho uma bicicleta.*

A conclusão lógica que se pode chegar avaliando esse conjunto de expressões é: *o avião é verde*. Para chegar nessa conclusão, usamos o conhecido mecanismo de inferência para dedução natural, chamado *Modus Ponens*. Se observarmos o conjunto de expressões, temos em A duas situações designativas. A primeira, que chamaremos de *p*, que é "*eu tenho uma bicicleta*". A segunda, que chamaremos de *q*, é: "*o avião é verde*". A proposição ainda é formada pelo conetivo lógico de implicação conhecido como "se...então". Em termos lógico-matemáticos a proposição pode ser expressa por $p \rightarrow q$. A expressão dita em B nada mais é do que a afirmação de *p*. Como conclusão temos a expressão *q*.

Nesse exemplo, há claramente uma *significação*, que é a conclusão oriunda das duas premissas. Há também *designação*, observável em *p* e *q*. A manifestação, aqui, toma um aspecto secundário, uma vez que esta se trata da relação entre o sujeito que se exprime por meio dela. Entretanto, qual o sentido que esse conjunto de expressões assume? Faz sentido falar de uma relação entre ter uma bicicleta e um avião ser verde? É justamente buscando extrapolar a tecnicidade e da análise proposicional e a complexidade do entrelaçamento entre designação, manifestação e significação que Deleuze (2011) sugere uma quarta dimensão da proposição, que é o **sentido**.

Para Deleuze (2011, p. 20), o sentido é o "[...] expresso da proposição, este incorporal na superfície das coisas, entidade complexa e irreduzível, acontecimento puro que insiste ou subsiste na proposição". Essa insistência e subsistência implica em uma inferência que não ocorre de modo direto, mas indireto, dada na ordem da compreensão dos desdobramentos das demais dimensões, designação, manifestação e significação. Em outras palavras, "[...]

podemos [...] tomar o sentido, isto é, o exprimido de uma proposição, como o designado de uma outra proposição, da qual, por sua vez, não dizemos o sentido, e assim indefinitivamente" (DELEUZE, 1988, p. 152). Assim, ao mesmo tempo em que o sentido reside na proposição (é a proposição que deve fazer/ter sentido ou não), não é possível de descrever o sentido por meio da própria proposição⁸, sendo necessário apresentá-lo em outra, que se vale da designação, manifestação e significação como forma de descrevê-lo. Desse modo, o sentido, para Deleuze (2011), assegura a gênese de todas as outras dimensões da proposição, mesmo sendo "[...] irreduzível [...] aos estados de coisas individuais, às imagens particulares, às crenças pessoais e aos conceitos universais e gerais" (DELEUZE, 2011, p. 20).

Para melhor compreensão dessas ideias, retomemos às proposições A e B, dadas anteriormente, manifestada por nós (autores) e que compreendem designações e significações. Sob um ponto de vista no qual se subtrai o contexto no qual foi dito, poder-se-ia dizer que as proposições possuem um mecanismo de não senso, uma vez que as relações condicionais entre "ter uma bicicleta" e um "avião ser verde", em termos de empírico, não são observadas. Entretanto, para discutir sentido, é preciso ainda avaliar o dito sob um ponto de vista que extrapola a proposição e suas relações e assume a dimensão do **problema**. Segundo Deleuze (1988, p. 154), o "[...] sentido está no próprio problema". O problema, nesse caso, é quem orienta, quem conduz todo o processo proposicional, orientando o processo de produção das sentenças por meio do sentido. A pergunta que se deve proferir, então, não é '*faz sentido?*', mas sim, '*faz sentido para o problema?*'. Avaliando as proposições A e B sob essa ótica, temos que, se assumirmos como problemática a apresentação de uma situação que permita compreender o termo "sentido" na perspectiva de Deleuze (2011), *faz sentido* expor uma articulação de expressões que criem/causem certa confusão pela falta de nexos, buscando com isso uma melhor compreensão do leitor acerca do tema. Excluída essa problemática, a expressão torna-se um jogo linguístico que, embora tenha significado, não apresenta sentido.

Entendemos que, por meio desse exemplo, seja possível compreender a distinção entre sentido e significação defendida por Deleuze (1988, p. 151-152), na qual o conceito remete ao campo virtual da Ideia e do problema, sendo desenvolvido nas determinações (subrepresentativas) que se fazem valer dele, embora apresentem uma insuficiência em termos de totalidade dada pelo princípio indutivo de sempre haver a necessidade de uma outra proposição para designá-lo, enquanto que "[...] a significação remete apenas ao conceito e à maneira pela qual ela se refere a objetos condicionados num campo de representação".

⁸ Conforme Deleuze (DELEUZE, 1988, p. 151) "[...] nunca dizemos o sentido daquilo que dizemos".

Neste contexto, podemos afirmar que a lógica do sentido é suscitada no empirismo do significado, mas mesmo assim não é restringida a ele, "[...] o sentido é o expresso" (DELEUZE, 2011, p. 21). O sentido tem a função de fronteira entre o estado das coisas e as proposições, é o próprio acontecimento.

3.3 PENSAMENTO E RECOGNIÇÃO

O princípio do pensamento, segundo Deleuze (1988), nos remete à eliminação de pressupostos e ao nosso encarceramento a algum tipo de axiomatização de nossas ações, mesmo aquelas subjetivas, adormecidas no cerne da imanência. Porém, há também os pressupostos objetivos, não menos aprisionadores, ligados à ciência, conectados a um conceito dado ou apreendido. Todavia, a fuga deste aprisionamento não é garantida, pois o começo e o final do ato estão imbricados de tal forma que a própria Diferença de conceitos reflete a Repetição destes mesmos conceitos, mostrando-se sem força de começar o novo ou ainda repetir-se infinitamente.

Fingimos criar a partir do novo, mas os pressupostos assumidos para a referida tarefa apresentam-se de forma "[...] implícita ou subjetiva, "privada" e não "pública" [...]" (DELEUZE, 1988, p. 130), aproximando-se do pensamento natural⁹ e distanciando-se de um senso comum, carregado de mitos e suposições. Mesmo negando a existência da subjetividade, ancorando todos nossos pressupostos nos aspectos objetivos, iludindo-nos na Diferença e perpetuando a Repetição, estamos criando, não o novo, mas o reciclado, com uma nova vestimenta, um novo conceito, um aprendizado reinventado.

A imagem do pensamento que formamos é carregada de expectativas de proposição, assimilando um senso comum a uma boa vontade de pensar. Ao senso comum, estabelecemos erroneamente a universalidade do significado de pensar, do ser e do eu (DELEUZE, 1988). Já pela boa vontade entendemos pela unicidade do pensamento, pelo seu aprisionamento a uma única imagem, podendo representar o objeto ou o sujeito, restringindo, assim, a potência das Ideias, ceifando as possibilidades do pensamento prejudgando a "[...] distribuição do objeto e do sujeito quanto do ser e do ente" (DELEUZE, 1988, p. 131) restringindo as potencialidades do ser e do eu, atribuindo-lhes um senso comum.

Para Deleuze (1988), o pensamento é extraproposicional, pois não pode ser ligado a imagens, não apenas imagens concretas, palpáveis, mas também a dogmas e a certezas que

⁹ O pensamento natural remete, para Deleuze, a um pensamento implícito, presumido.

arraigamos em nosso senso comum, deformando o pensamento e obstinando uma solução. A libertação destas imagens, ou ainda, da sua representação, reflete a criação pela Diferença, buscando aspectos sem ligação anterior, senão estaríamos concentrados na Repetição, apoiados em algum conceito anteriormente aprendido.

Cada faculdade tem seu estilo e atos particulares, sendo "[...] o sensível, o memorável, o imaginável, o inteligível [...]" (DELEUZE, 1988, p. 133), reconhecendo um objeto quando há similaridade entre sua forma e uma, ou mais, faculdades. É caracterização do senso comum pelo ato de reconhecimento, refletindo uma identidade subjetiva do objeto, reforçando um conceito. Mas o senso comum não opera sozinho na reconhecimento, há também um bom senso impregnado, pois não nos utilizamos de todas as faculdades para reconhecer os objetos. Então, o bom senso tem a função de selecionar quais e como as faculdades contribuirão para tal reconhecimento, formando assim, juntamente com o senso comum, a doxa¹⁰ (DELEUZE, 1988).

Quando nos reportamos a esta única imagem, invariavelmente recaímos na reconhecimento, que, para Deleuze (1988), é o afinamento de características que definem algum objeto, conservando sua essência, concordando suas faculdades, fundados por um ser pensante. Esta imagem do pensamento "[...] é apenas a figura sob a qual se universaliza a doxa, elevando-a ao nível racional" (DELEUZE, 1988, p. 134), traduzidos pelo reconhecimento de objetos cotidianos como cadeira, lápis, uva, não havendo garantias de que, para reconhecer, pensamos. A imagem como modelo especulativo é incipiente, porém "[...] deixa de sê-lo nos fins a que ela serve e aos quais nos leva. O reconhecido é o objeto, mas também valores sobre o objeto [...]" (DELEUZE, 1988, p. 134). Quando atribuímos novos valores aos objetos, não podemos garantir que estes valores são efetivamente novos, pois o próprio do novo, a Diferença, é forçar o pensamento a lugares inexplorados, incógnitos, irreconhecíveis, e não apoiar-se na reconhecimento, carregada de conceitos e valores estabelecidos, prevalecendo então, a Repetição, na qual o começo e o final são apoiados em valores previamente conhecidos.

O elemento da representação, concebido pela imagem do pensamento, é contra a gênese do ato de pensar dentro do próprio pensamento, pois esta remete aos atos de reconhecimento, "[...] da repartição, da reprodução, da semelhança, na medida que elas alienam o prefixo RE nas simples generalidades da representação" (DELEUZE, 1988, p. 137), caracterizando uma repetição dos conceitos. Nesta situação, os conceitos representam apenas possibilidades, faltando ao pensamento a necessidade de pensar, um encontro com aquilo que

¹⁰ Para Deleuze (1988), a doxa é uma imagem do pensamento que pressupõe a si mesma, é o senso comum que parafraseia-se como a gênese do ato de pensar.

o força a pensar, saindo da sua comodidade, da sua reconhecimento. A reconhecimento por vezes nos trai, pois ampara-se nas imagens que possuímos, buscando semelhanças anteriores, não forçando o pensamento, fazendo sentirmo-nos confortados em um falso bem-estar, uma criação falha. Uma situação é a pintura feita pelo artista, outra é como apreendemos esta, mas acomete a indagação: compreendemos o que o artista pensou? Conseguimos conjecturar quais ideias ele teve para compor a obra? Ou acomodamo-nos em um pensamento ideal, pois a mesma imagem pode gerar reconhecimentos diferentes em indivíduos diferentes, logo, a representação é interpretativa, por vezes acomodada, não se reduzindo apenas a uma possibilidade expelida pela obra artística, não reduzindo a eternidade do seu sentido com a simplicidade do objeto correspondente.

A acomodação do pensamento, traduzido aqui pela incapacidade de criar um pensamento novo, ou, ainda, o pensar no pensamento, violentado pela reconhecimento, que nos enche de certezas e esvazia-nos do novo, estanca a nossa sensibilidade que força a colocação de um problema. O sensível não é latejante, palpável, é transcendente; é o objeto que "[...] faz realmente nascer a sensibilidade no sentido" (DELEUZE, 1988, p. 138), eleva a transcendentalidade à enésima potência, desmontando os aspectos recognoscíveis, romper o senso comum. A conversão das faculdades para um esforço comum de reconhecimento, característica essencial da reconhecimento, colapsam, fruto da sensibilidade, ou da falta dela, divergindo-se entre si, gerando um mal-estar no pensamento, forçando seus limites, revolucionando as ideias.

Conforme Deleuze (1988), Platão profere que, para criarmos o novo, nos amparamos na reminiscência¹¹, com lapsos instantâneos do passado, porém estes lampejos traem o pensador, confundindo uma criação com uma recriação, redundando o prefixo re outrora citado. Remetemo-nos, mesmo que inconscientemente, às memórias passadas, esquecidas no cerne do subconsciente, todavia somos traídos pela ideia de que reminiscência apoia-se no objeto passado, na representação anterior deste, fugindo dos aspectos empíricos atuais, camuflando-se, então, de refúgio para a reconhecimento. O pensamento novo é criado por um "[...] decalque do transcendental sobre o empírico" (DELEUZE, 1988, p. 142), forçando-o a desregrar-se, não seguir a reconhecimento, evitando a eterna repetição.

O decalque do pensamento sobre imagens prontas, mediadas pela representação deixa de existir, concedendo lugar aos "[...] estados livres ou selvagens da diferença em si mesma que são capazes de levar as faculdades a seus limites respectivos [...]" (DELEUZE, 1988, p.

¹¹ Para Deleuze, a reminiscência "[...] designa uma síntese passiva ou uma memória involuntária que difere por natureza de toda a síntese ativa na memória voluntária" (DELEUZE, 1988, p. 89).

143), exercitando o transcendental na sensibilidade, sendo ao mesmo tempo a diferença em si e a repetição na sensibilidade empírica. Enquanto a sensibilidade empírica ampara-se nas qualidades já concebidas pela representação, a sensibilidade transcendente é o que difere-se, entra em conflito, com os conceitos já existentes. Todavia, não é uma busca por desigualdades conceituais, ou uma busca por imagens passadas na reminiscência, mas o "[...] fantasma¹² que constitui aquilo que só pode ser imaginado, o inimaginável empírico" (DELEUZE, 1988, p. 143), não é uma busca por qualidades distintas geradas pela imagem, mas sim as potenciais especificidades transcendentais à imagem.

O pensamento que tende a um objeto nega a potencialidade da Ideia na virtualidade, portanto a diferença transparece na involuntariedade do pensamento e a repetição na perpetuação do conceito e de todas as formas recriadas a partir deste. A formação deste pensamento novo perpassa a sua univocidade, sendo esta múltipla, porém assíncrona, divergente, "[...] discordante, pois cada uma só comunica à outra a violência que a coloca em presença da sua diferença e de sua divergência com todas [faculdades]" (DELEUZE, 1988, p. 145).

A comunicação entre as faculdades é dada por algo impreciso, metamórfico distinto de um senso comum. Para Deleuze (1988), esta ligação é feita pelas Ideias que transitam da "[...] sensibilidade ao pensamento e do pensamento à sensibilidade, capazes de engendrar em cada caso, seguindo uma ordem que lhes pertence, o objeto-limite ou transcendente de cada faculdade" (DELEUZE, 1988, p. 145). A função da Ideia é estabelecer a comunicação entre as faculdades disjuntas, engendrando os opostos, os discordantes, forçando o pensamento a pensar, desamparando-se da reconhecimento, do modelo de representação. A tônica do abandono à reconhecimento, o engendramento, remete-nos à criação, "Pensar é criar [...]" (DELEUZE, 1988, p. 146), é destruir a representação das imagens do pensamento, é discordar do acordado entre a reconhecimento e a comodidade da aceitação, é o novo.

O sentido confunde-se com a Ideia e difere-se da significação, pois esta última designa o objeto representativo, enquanto as duas primeiras são transcendentais, impossíveis de uso empírico. Referente ao sentido, este não pode ser definido de forma empírica, estanque, única, direta, mas sim exprimi-lo com sucessivas proposições, uma gerando sentido à outra, com "[...] cada nome remetendo a um outro nome que designa o sentido do precedente" (DELEUZE, 1988, p. 152). O sentido e a Ideia triangulam com o problema, tangenciando as suas potencialidades de atualização e sua ligação é por meio das proposições, mesmo que

¹² Para Deleuze (1988) o fantasma é o contraponto à reminiscência, constituindo o "[...] imemorial de uma memória transcendente" (DELEUZE, 1988, p. 143).

carregadas de expectativas e vontades do interlocutor. Cada proposição é carregada de sentido, que conseqüentemente desenvolve a Ideia nas determinações subrepresentativas (DELEUZE, 1988). Porém não há garantias de que esta proposição determinará o problema, mas pode potencializar a multiplicidade da Ideia no campo da imanência.

Os problemas são imanentes às Ideias, por natureza, entendida na virtualidade, e ao mesmo tempo são transcendententes, por apresentarem potência de atualização, todavia, a Ideia reside no virtual, mas difere do problema, uma vez que este tem potencialidade de se atualizar e transcender o campo do virtual. Os problemas têm uma constituição objetiva definida pela solução, ou soluções, que o recobrem, proposta de forma afirmativa, interrogativa ou de dúvida, carregada de expectativas do propositor. Já as Ideias têm, mesmo que intrinsecamente, um objeto, não de forma singular, mas com uma multiplicidade infinita de possibilidades, pois mesmo carregada de subjetividade, se dispõe simultaneamente com um valor "[...] objetivo e indeterminado" (DELEUZE, 1988, p. 164). A objetividade do problema depende do âmago e da vontade do propositor que conduzirá o processo solucionador do problema e a sua indeterminação não é traduzida pela imperfeição da Ideia ou por uma proposição equivocada, posteriormente refutada, mas sim pela infinidade de representações possíveis, considerando aqui uma organização sistêmica de objetos potentes de representação.

Este discernimento entre os aspectos objetivos e subjetivos evocam, segundo a visão Deleuziana referente à Ideia, três momentos distintos, porém imbricados: o indeterminado, o determinável e a determinação, que efetivamente compõe a diferença em si. Podemos, aqui, traçar um paralelo com os aspectos de virtualização e atualização. Imaginemos, então, um amendoim, mesmo não tendo em mãos uma semente; pela experiência, conseguimos determiná-lo mentalmente, distingui-lo e defini-lo como e quando o seu futuro, enquanto as suas potencialidades de atualização. A indeterminação representa as possibilidades virtuais infinitas do objeto em questão, que acolhem desde a sua manufatura, de forma caseira ou industrial com fins alimentícios, perpassando pela perpetuação da espécie, gerando outra planta, ou até mesmo a sua putrefação inane. Já o determinável abarca a relação entre o objeto e as suas possibilidades: ora, uma semente de amendoim não metamorfoseará em um abacateiro, nem em qualquer outro ser vivo. É no determinável que as proposições começam a emoldurar o problema, buscando aspectos de atualização plausíveis ou não, jogando a indefinição do problema com a indeterminação da Ideia. Por fim, a determinação da Ideia corrobora a sinergia existente com o problema, pois "[...] os problemas são as próprias Ideias" (DELEUZE, 1988, p. 158); todavia, como mencionamos, o problema é carregado de objetividade e foco, devidamente definido, pois "[...] se determina ao mesmo tempo que é

resolvido [...]" (DELEUZE, 1988, p. 159), enquanto a Ideia carrega a infinidade e a multiplicidade de possibilidades, passíveis de atualização, porém sem o compromisso para tanto.

Adentro essa multiplicidade da Ideia, que mesmo não tendo um lugar definido, há necessidade de organização, mas de modo algum uma organização programada, lógica, previsível, porém temos que juntar a situação com o que estamos procurando resolver por meio de proposições que, mesmo restringindo empiricamente a Ideia, tornam-se seu ponto inicial especulativo. Deleuze utiliza o termo adjunção para definir esta prática, entendida pelo autor como "[...] a precisão da adjunção dos corpos" (DELEUZE, 1988, p. 182), que justamente se personifica como a expectativa de propormos algo pertinente à solução do problema. Em outros termos, podemos pensar nesta parte como a determinação das condições do problema, de modo a conectarmos as proposições como o corpo inicial. Conjuntamente a isso, precisamos "[...] condensar as singularidades" (DELEUZE, 1988, p. 182), personificando, assim, as especificidades de cada situação, buscando a atualização da Ideia, transpondo-a do virtual para o atual, pelo problema, por meio da problematização.

A problematização ou o evento problemático é entendido como "[...] o conjunto do problema e de suas condições" (DELEUZE, 1988, p. 171), ou seja, o processo de atualização, desde as Ideias, perpassando pelas proposições e culminando na definição do problema. O sentido está presente, tanto no virtual quanto no atual, e também nos processos envolvendo estas duas esferas, se perfazendo como o próprio processo. Na atualização, se mostra latente nas proposições, carregando toda a expectativa do interlocutor. Contudo, o sentido carrega uma extensão para além do condicionamento proposicional, pois uma proposição pode, ou não, determinar um problema, e, ainda sim, ser dotada de sentido.

A proposição remetida apenas para representar algum objeto é o pergaminho da reconhecimento, ou, ainda, o limite das ligações ideais para constituição de algo. Já o sentido perpassa o objeto não restringindo-se apenas na sua representação, pairando entre o virtual e o atual, expandindo o objeto em possibilidades e potencialidades.

Porém, temos que tomar o cuidado para não confundirmos virtualidade com possibilidade, pois em sua gênese a Ideia é virtual, isto é, múltipla, infinita, sem território definido, não se prendendo a conceitos ou representações, transformando o conceito na essência da Ideia e, conseqüentemente, do problema. Possibilidade é aquilo que tem potencialidade de atualização, já virtualidade pode vir a se atualizar, mas não tem compromisso com a atualização. A possibilidade é uma pré-atualização, bastando as condições certas para garanti-las. O amendoim é uma planta virtual, mas não necessariamente

irá transformar-se em uma árvore, contudo é um petisco potencial, pois basta torrá-lo e salgá-lo.

A Ideia não está ligada ao senso comum da representação, como um saber enrijecido, único, factível de essência, pelo fato de que a Ideia não está ligada ao saber, mas sim ao aprender, diferindo-se por natureza, pois o aprendizado "[...] evolui inteiramente na compreensão dos problemas enquanto tais, na apreensão e condensação das singularidades, na composição dos corpos e acontecimentos ideais" (DELEUZE, 1988, p. 184), ou seja, os entes do evento problemático. Pensamos, pois, como aprender a dirigir, tarefa na qual precisamos aprender pontos específicos que não tínhamos conhecimento anterior, a não ser o visual de um outro agente fazendo, ou, ainda, a adaptação a uma linguagem distinta da original, ou, ainda, alguma linguagem coloquial. Estes problemas são potencialmente resolvíveis, mas não constituindo essa uma garantia pela definição, recaindo em um senso comum, mas problemas que gerarão um novo saber, uma nova habilidade, ou motora ou linguística, fazendo-nos mergulhar em problemas até então desconhecidos e insolúveis.

Quando dirigimos, não fazemos mais do que reproduzir uma situação já pronta, uma verdade artificial, pois estamos apenas repetindo gestos simbólicos. Este tipo de reconhecimento remete à tranquilidade ao pensamento, não o agride, nem o força a pensar dentro do pensamento; corrobora com o senso comum translúcido na reconhecimento. A preguiça do pensamento também é culpa da proposição interrogativa feita, pois toda a interrogação nasce respondida, previsível, possível, escondida por detrás do bom senso do interlocutor e do senso comum do respondente. Nesta situação, não há o encontro de faculdades que forcem a convergir e contribuir para o pensar de fato.

4 METODOLOGIA

Perseguindo elucidações para nossa pergunta norteadora, **Como se dá o processo de transformação da determinação do problema em Modelagem Matemática ocorridos na disciplina de Pesquisa Operacional quando as situações investigadas partem das vivências dos estudantes?** a presente pesquisa assume caráter qualitativo, consequência imediata da natureza que envolve o questionamento e impede uma ação quantitativa, uma vez que o enfoque se dá na busca de uma compreensão dos aspectos que influenciam o processo como um todo. Esta perspectiva de pesquisa consolida-se nas ideias de Gamboa (2012), o qual afirma que o modo qualitativo de ver as informações resulta em um desenvolvimento científico voltado à investigação, "[...] visando maiores esclarecimentos sobre as visões de mundo e os interesses cognitivos que comandavam as práticas da pesquisa em educação" (GAMBOA, 2012, p. 60).

Com esta pesquisa, procuraremos compreender o processo das relações estabelecidas entre os alunos e as situações-problema. Assim, a preocupação se dará com o contexto laboral, buscando as orientações teóricas a análise da realidade intelectualmente construída por cada aluno. O nosso interesse, como educadores, recai, também, no estudo das práticas pedagógicas envolvidas e nas relações da discência no Ensino Superior com o contexto empregatício dos alunos.

Segundo Ramos (2009), a pesquisa deve moldar a transformação do conhecimento em ações significativas, práticas e úteis. Na presente investigação, por ser tratar de um estudo pontual e exploratório, somos impedidos de assumir uma postura enrijecida e metódica. Desta forma, a busca pela compreensão dos desdobramentos da determinação do problema durante o processo de MM se dará analisando o entrelaçamento entre sentido e significado atrelados aos aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos da situação problemática estudada. Consideramos importante ressaltar que as possíveis associações destes três últimos aspectos não permitem generalizar o processo problemático de modo a reproduzi-lo indefinidamente, pois, segundo Deleuze (1988), um problema só pode ser determinado enquanto da sua solução. Todavia, as determinações dos aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos permeiam o processo fomentados pelo sentido, atuante como um vetor em direção da solução e, por conseguinte, da determinação do problema.

Nesse contexto, consentimos que o processo problemático não se apresenta de forma necessariamente linear, assumindo, então, a visão de Dalla Vecchia (2012) concernente à MM, perante a Educação Matemática (EM), constituída como "[...] um processo dinâmico e

pedagógico de construção de modelos sustentados por ideias matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão abrangida pela realidade" (DALLA VECCHIA, 2012, p. 125).

A potente instabilidade do processo problemático também se instaura na problemática de pesquisa mostrando-se consonante as ideias de Ramos (2009) acerca de uma pesquisa, pois este a considera "[...] virtualizada, desterritorializada e atemporal [...]" (RAMOS, 2009, p.37), transcendendo o processo metodológico estático e linearmente construído como uma mera reprodução de conhecimentos. Neste contexto, a busca pelo sentido das ações dependerá de como os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos atuarão no processo problemático no caso a ser estudado, conferindo pontualidade à pesquisa.

Para apreciação dos dados, examinaremos excertos das conversações entre os alunos durante as aulas de Pesquisa Operacional I (PO) e Pesquisa Operacional II, do Curso de Engenharia de Produção, em uma universidade do Rio Grande do Sul. A disciplina de PO I foi ofertada no primeiro semestre de 2013 e a disciplina de PO II no segundo semestre de 2013. A turma de PO I estava formada por 36 alunos e a turma de PO 2, por 32 alunos, sendo os estudantes, na sua grande maioria, os mesmos em ambas as turmas. As disciplinas de PO I e PO II estão relacionadas com a aplicação da matemática para a otimização de processos industriais que, em determinado momento, serão sugeridos pelos alunos, baseados em suas experiências ou necessidades profissionais. Cabe ressaltar que parte dos alunos destas disciplinas, especificamente, já atuam no mercado de trabalho.

Entendemos que os entes pesquisados se constituem como um limitador do processo, pois pertencem a um grupo específico de pessoas, contudo, reconhecemos que "[...] o conhecimento é sempre limitado e não oferece garantia de compreensão completa e definitiva da realidade em suas múltiplas dimensões" (RAMOS, 2009, p.77). Reçaimos, então, na busca pelo sentido das situações pesquisadas, afim de situá-las no contexto dos estudantes, mesmo que restrito. Entretanto, esta restrição dos envolvidos, nos remete não a um agravante, mas sim a um potencializador, pois poderemos analisar atentamente os desdobramentos transformativos do processo problemático, considerando sua multiplicidade.

O contexto apresentado abarca a definição de MM trazida por Dalla Vecchia (2012), pois esta engloba os aspectos pedagógico, matemático, de problema e de realidade propostos. Os aspectos pedagógico e matemático estão imbuídos na ementa das disciplinas de Pesquisa Operacional I e II e no próprio professor que medeia os objetivos pedagógicos e matemáticos da disciplina com os seus. Já os aspectos relativos ao problema e à realidade em questão estão

imbricados e perfazem-se nos levantamentos dos alunos, tanto na sua proposição problemática, quanto na sua resolução.

Os dados para esta pesquisa foram obtidos por meio de gravações. Estas foram feitas por meio de dois modos de captura distintos: o Camtasia Studio^{®13}, que se caracteriza como sendo um software para computadores no qual é possível a gravação de áudio e vídeo; e uma filmadora, para gravação de vídeos.

Já a análise de dados, segundo Bogdan e Biklen (1994), caracteriza-se pela compreensão dos dados produzidos, permitindo apresentar avanços teóricos e metodológicos destes. Assumiremos, então, uma perspectiva de busca de aspectos importantes inseridos nas amostras coletadas, devidamente organizadas de forma sistemática.

Atentaremos para o processo de construção dos modelos que surgiram por meio dos desdobramentos de todo contexto problemático, constituído aqui de forma a contemplar as ambições tanto dos alunos quanto do professor. Os alunos, por si só, almejam solucionar os problemas de suas empresas e, também, obter sucesso na disciplina. Por sua vez, o professor tem outros objetivos, entre eles o matemático e o pedagógico. Conforme mostraremos, os objetivos, seja por parte dos alunos, seja por parte do professor, forneceram o sentido ao processo de determinação do modelo, fomentando-o.

Almejando um entendimento aprofundado acerca a forma de como o sentido influencia no processo problemático, realizamos as transcrições das gravações dos dados produzidos pelo Camtasia Studio[®] e pelos vídeos. Na atual pesquisa, esta análise se constituirá na observação apurada das decorridas transcrições, buscando frisar os elementos referentes à transformação da determinação do problema no decorrer do processo problemático. Após estas transcrições, selecionaremos os excertos das falas que contribuiram, em nosso entendimento, para tangenciar a pergunta diretriz.

4.1 SOBRE A PESQUISA OPERACIONAL E CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

A produção de dados ocorreu em duas disciplinas distintas: Pesquisa Operacional I (PO I) e Pesquisa Operacional II (PO II), ocorridas, respectivamente, no primeiro e segundo semestres de 2013. A extensão da produção dos dados se fez necessária pelo fato de os alunos

¹³ Camtasia Studio[®] é uma marca registrada TechSmith, disponível em: <http://www.techsmith.com/camtasia.html>. Este software tem a finalidade de criar e editar vídeos, tanto capturados na tela do computador quanto gravações externas.

não concluírem suas pesquisas acerca da problemática pesquisada no primeiro semestre. Por serem duas disciplinas complementares e sequenciais, a turma e, conseqüentemente, os grupos sofreram poucas alterações proporcionando a manutenção das pesquisas iniciais.

A Pesquisa Operacional (PO), segundo Moreira (2010), surgiu no século passado, concebida por cientistas para analisar situações militares. Contudo, foi na Segunda Guerra Mundial, onde os recursos eram restritos e as necessidades operacionais careciam de efetividade, que a atividade de PO teve seu início. No pós-guerra, o sucesso da PO fez com que essa prática se estendesse para as organizações civis, visto que a indústria estava em expansão e sua complexidade necessitava de técnicas mais eficientes para análise de seus problemas.

A popularização da PO se deu, principalmente, por dois aspectos, a saber, a melhoria das próprias técnicas da Pesquisa Operacional e a popularização dos computadores. Para o primeiro caso, Moreira (2010) cita o método Simplex, para solução de problemas de programação linear, criado em 1947 e até hoje utilizado. Com relação ao segundo caso, o autor salienta a agilidade com que os computadores resolvem cálculos, muitos deles inviáveis para os seres humanos. Neste mesmo tópico, há referência dos softwares específicos de PO, disseminados para a população, fomentando esta prática de pesquisa.

A PO "[...] procura obter a melhor solução - ou solução ótima - para um problema" (MOREIRA, 2010, p. 3). Um dos recursos com maior potencialidade na busca por essa otimização, é a Programação Linear (PL). Este modelo matemático é estruturado para resolver "[...] problemas que apresentem variáveis que possam ser medidas e cujos relacionamentos possam ser expressos por meio de equações e/ou inequações lineares" (MOREIRA, 2010, p. 10), também chamadas de função objetivo. De acordo com o objetivo da otimização, o modelo linear, respeitando as restrições impostas pela situação, poderá minimizar ou maximizar o resultado dessa função (MOREIRA, 2010). Associado à função objetivo, está um conjunto de restrições, que também podem ser expressas por equações e inequações lineares e dizem respeito às limitações que o problema é submetido. Em termos matemáticos, tem-se que:

$$z = \sum_{i=1}^n a_i x_i$$

Sujeito às equações e inequações que podem assumir a forma:

$$\sum_{j=1}^m c_j x_j \leq d_j \text{ e/ou } \sum_{l=1}^p e_l x_l = f_l \text{ e/ou } \sum_{k=1}^q g_k x_k \geq h_k$$

Onde:

- z é a função objetivo;
- n é o número de incógnitas;
- x_i é o número de variáveis consideradas;
- $a_i, c_j, d_j, e_l, f_l, g_k, h_k \in \mathbb{R}$;
- $m, p, q \leq n$.

Para qualquer modelo de PL em que existirem apenas duas variáveis de decisão podemos solucionar o problema através do método gráfico. Para tanto, os eixos x e y representarão as duas variáveis de decisão. Já as restrições, na forma de equações e/ou inequações, formarão, junto com os eixos, a "[...] região permissível (ou possível) final, onde estará a solução do problema" (MOREIRA, 2010, p. 43). Um dos pontos extremos da região formada é onde se encontra a solução da PL, para tanto substituindo os valores de cada ponto extremo na função objetivo, os que minimizarem ou maximizarem a função, dependendo do objetivo da PL, darão a solução do problema. Todavia, se o número de variáveis de decisão do problema forem superiores a duas, o método Simplex poderá ser utilizado (MOREIRA, 2010).

Com o contexto apresentado acerca da PO, focado na obtenção de uma função objetivo e sua otimização, apresentaremos diretamente a função objetivo (FO) determinada pelos alunos. A partir desta FO percorreremos os aspectos objetivos, matemáticos e de desejo e crença, propostos inicialmente, pontuando os aspectos importantes do processo transformativo do problema.

Segundo os Planos de Ensino, as disciplinas de PO I e II apresentam os mesmos objetivos geral e específicos, reforçando a complementariedade proposta. O objetivo geral das disciplinas consiste em aplicar os conceitos matemáticos analíticos e probabilísticos na resolução de problemas aplicados ao campo de atuação da engenharia de produção. Já os objetivos específicos estão relacionados com a identificação e resolução de problemas dos termos específicos estudados nas disciplinas, com a aplicação correta de técnicas analíticas, lineares e probabilísticas por meio da modelagem.

A distinção entre as disciplinas consiste em suas ementas. Em PO I, são estudadas a conceituação de sistema; a formulação de modelos de otimização linear; a representação algébrica e interpretação geométrica de modelos lineares de otimização; a obtenção de solução pelo método simplex; a dualidade e análise de sensibilidade do modelo; o modelo de transporte - formulação, resolução, dualidade e análise de sensibilidade; as aplicações de simulação: modelo determinístico, modelo probabilístico, processos industriais, sistema de

estoques. Em PO II são abordados os seguintes temas: Teoria das filas aplicada à Engenharia de Produção; as ideias básicas da Programação Dinâmica; os processos estocásticos: definições, cadeias de Markov e matriz de transição; a programação dinâmica determinística e a programação dinâmica estocástica; o Algoritmo da Interação de Valores; as Aplicações Determinísticas e Estocásticas; os conceitos básicos de programação não linear; a otimização não linear com e sem restrições e a Teoria dos Jogos.

As ementas das disciplinas de PO I e II abordam uma quantidade considerável de conteúdos matemáticos potencialmente utilizáveis para a resolução dos problemas propostos pelos estudantes. Os Planos de Ensino apresentam de forma sistemática que os alunos, intermediados pela ação do professor, devem ser capazes de aportar-se dos conhecimentos matemáticos para atingirem os objetivos propostos pela disciplina.

4.2 PRODUÇÃO DE DADOS

As gravações foram realizadas em oito datas, a saber, 11, 18 e 25 de abril; 23 de maio; 13 de junho; 12 de setembro; 10 e 31 de outubro de 2013. As cinco primeiras datas são referentes ao primeiro semestre e, conseqüentemente, à disciplina de PO I. Já as três últimas são concernentes à disciplina de PO II, realizada no segundo semestre. No primeiro encontro, da disciplina de PO I, ocorrido dia 11/04, foi feita apenas a gravação do grande grupo, pois a proposta da aula era de cada aluno, individualmente, trazer um ou mais problemas da sua empresa para apresentar aos colegas. Ao final da aula foi solicitado aos estudantes que formassem grupos, por livre iniciativa, a fim de escolherem um dos problemas propostos pelos integrantes para que servisse de base aos estudos posteriores. Ao todo, foram sete grupos, denotados de A até G.

O grupo A teve como objetivo maximizar o número de atividades realizadas diariamente na manutenção de aeronaves comerciais, na tentativa de potencializar o índice horas/homem (HH).

O grupo B objetivou, enquanto a fabricação de evaporadores de ar do tipo Split, uma proposta de tabelamento de fornecedores e peças, com a melhor relação de custo, lead time e com o menor estoque possível.

O grupo C almejou a antecipação da receita da montagem de equipamentos elétricos, de uma empresa prestadora de serviços para o Polo Petroquímico. Para tanto, otimizou o processo de montagem, primando pelos elementos que demandavam maior lucro para a empresa.

O grupo D buscou relacionar o fornecimento de peças para a fabricação de implementos agrícolas, em específico, tratores. Como a compra destes implementos são fomentadas por programas governamentais, há um limite máximo de utilização de peças importadas, mesmo que não sejam as mais vantajosas financeiramente.

O grupo E teve como objetivo otimizar o tempo de troca de moldes de injetoras (Setup) de uma indústria de plásticos, reorganizando a mão de obra disponível, tentando justificar, perante a empresa, a colaboração de mais um colaborador.

O grupo F realizou um estudo sobre rotas de viagem. A empresa em questão, uma prestadora de serviços de automação industrial, ambicionava uma maior quantidade de visitas diárias a seus clientes, possibilitando uma expansão em suas vendas.

Por fim, o grupo G pesquisou acerca de dois problemas distintos: o primeiro buscava o aproveitamento de resíduos industriais provenientes do tratamento realizado em uma Estação de Tratamento de Água e Esgoto (ETA/E), de uma fábrica de papel, para combustão de sua caldeira, mantendo a eficiência calorífica efetiva. Já o segundo problema pesquisado teve como objetivo minimizar as perdas de corte de fios elétricos de uma empresa de montagem de comandos de elevadores.

Formados os grupos (sete ao todo), o procedimento de produção dos dados em todos os dias se deu por meio da gravação das conversas. Cada mesa foi aparelhada com um computador munido do software Camtasia Studio[®], com o intuito de gravar a totalidade das conversações em áudio dos integrantes de cada grupo. A filmadora serviu para dar suporte aos momentos de intervenção do professor, que era filmado em todas as interações com os estudantes pelo pesquisador. Ao final do semestre, os grupos entregaram um relatório com os dados parciais de suas pesquisas acerca a problemática de investigação.

Na disciplina de PO II, já no segundo semestre, no dia 12/09, foi sugerida a reunião dos grupos para a retomada das ações pendentes do primeiro semestre com relação à investigação. A utilização do Camtasia Studio[®] e da filmadora se fizeram constantes novamente para gravar as interações entre os alunos e entre os alunos e o professor. Para finalizar, no dia 31/10 ocorreram as apresentações dos grupos no Auditório da instituição. Neste dia, utilizamos apenas da filmadora para captar a conclusão das pesquisas.

Para a identificação dos dados produzidos, concebemos a separação por aula e por grupo de seguinte forma: usaremos a designação A_iG_j , onde a letra maiúscula A representa a inicial da palavra aula e a letra i representa qual aula se refere, para esse caso $i = 1,2,3,4,5,6,7,8$; já a letra maiúscula G refere-se à palavra grupo, enquanto a letra j infere-se a

qual grupo se refere, portanto, $j = 1,2,3,4,5,6,7$. Exemplo: se a designação da coleta for A_2G_6 , significa que a gravação fora feita na segunda aula, do grupo seis. Utilizaremos esta designação para identificar as gravações de áudio feitas por meio do Camtasia Studio[®]. Os vídeos captados pela filmadora e os arquivos de Word (no formato .docx) que contém as transcrições dos áudios e dos vídeos, também receberam as mesmas designações, diferindo-se pelas extensões de seus arquivos. No caso da presente pesquisa, como nossos esforços de análise se concentraram em um único grupo (Grupo C), decidimos por apresentar o grupo sem a notação G_j , com o intuito de simplificar o processo de leitura. Contudo, manteremos o registro A_i para identificar os alunos envolvidos na pesquisa e P para mencionar o professor. A transição da disciplina de PO I para PO II não influenciou na formatação dos grupos, pois como são disciplinas complementares, os grupos sofreram poucas alterações com relação aos seus componentes, visto que os alunos de PO I, na sua maioria, se matricularam na disciplina de PO II, mantendo sua estrutura inicial.

4.3 ANÁLISE

O movimento de análise se deu confrontando as situações investigadas com nosso referencial teórico, com o intuito de buscar sentido nos dados observados. O sentido, como vimos anteriormente, não pode ser restringido à proposição (DELEUZE, 2011), mas necessita desta para perpetuar-se, assim, "[...] o sentido não existe fora da proposição [...]" (DELEUZE, 2011, p. 23). Desta forma, o sentido atua como a fronteira entre as proposições e o atributo do estado das coisas que a proposição designa, sendo, por conseguinte, o próprio acontecimento.

O acontecimento pode ser concebido como "[...] uma conexão entre um fenômeno e nossa concepção do fenômeno" (RAMOS, 2009, p.99), mas não como uma relação simples entre o observado (Objeto) e o observador (Sujeito), recaindo na reconhecimento da representação, mas sim como a transcendentalidade desta relação, extrapolando a subjetividade dos desdobramentos. Como exposto anteriormente, os aspectos subjetivos, decalcados em desejo e crença, flutuam entre a vontade e a expectativa de solução do propositos do problema e os demais envolvidos no processo. Para Ramos (2009), a subjetividade "[...] é a síntese singular e individual que cada um de nós vai construindo conforme vamos nos desenvolvendo e vivenciando as experiências da vida social e cultural" (RAMOS, 2009, p.99), se caracterizando como uma síntese que singulariza os indivíduos quando confrontados como uma multiplicidade de situações.

A subjetividade, então, pode ser automoldável (RAMOS, 2009), com os sujeitos promovendo os acontecimentos conforme a situação a ser estudada. No contexto apresentado, discutiremos se os aspectos objetivos e matemáticos podem ser influenciados e conduzidos pelos aspectos subjetivos envolvidos, evitando, assim, a massificação do processo.

A análise das relações entre os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos e seu posterior entrelaçamento com o sentido e a significação se deu inspirada naquilo que Deleuze (2011) chama de série, que consiste em dimensões diferentes e complementares de entendimento da proposição e do que foi dito sobre ela. Nesse sentido, apresentamos duas séries distintas e complementares. A primeira, envolvendo a problemática dos alunos, que se mostrava nas especificidades dos problemas trazidos pelos mesmos e que busca compreender como os desdobramentos do processo de determinação do problema foram constituindo sentido frente ao mesmo. Os dados foram organizados em Episódios, compreendidos por nós como sendo "histórias" que estão relacionadas às ações e discussões feitas pelos estudantes ao longo do processo de determinação e solução do problema e que mesclam transcrições literais e nosso relato frente ao observado.

A segunda série se deu naquilo que chamamos de metanálise, isto é, avaliamos a análise, buscando sentido não mais no problema dos alunos, mas sim no problema de pesquisa, orientado pela questão diretriz **"Como se dá o processo de transformação da determinação do problema em Modelagem Matemática ocorridos na disciplina de Pesquisa Operacional quando as situações investigadas partem das vivências dos estudantes?"**.

Consideramos, embasados em Deleuze (2011), que existem diversas dimensões de compreensão da problemática de pesquisa. Porém apresentaremos este movimento em duas dimensões. Na primeira análise, focamos as especificidades da determinação do problema, mais precisamente o como estas determinações fizeram sentido para o problema dos estudantes e, na segunda, almejaremos apresentar o sentido das análises feitas, frente ao problema de investigação. Essas duas dimensões propostas, aparentemente heterogêneas, apresentam homogeneidade de natureza, pois mesmo analisando sob duas séries distintas, com a inversão do significante e o significado, forçada pelo ponto de vista analisado, a visão rizomática dos acontecimentos alude toda a problemática estudada. O sentido, como apresentamos anteriormente, é o próprio acontecimento ou a sucessão deles. Portanto apesar de serarmos estas duas análises, consideramos uma a complementar da outra, homogeneizando todo o processo.

5 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE

Este capítulo tem um enfoque serial. Buscaremos desdobrar o processo de análise por meio de duas séries. A primeira série será mais específica e buscará analisar as proposições que se referem ao problema trazido pelos alunos, desde sua primeira manifestação até a construção dos modelos que o determinaram. Esse movimento focará na busca por uma compreensão de como se deu o processo que associa a situação-problema e a matemática. Para tanto, traremos nosso referencial, que permite observar todas as proposições por meio de suas dimensões: designação, manifestação, significação e sentido.

A segunda série de análise é uma metanálise, na qual o movimento em busca de sentido envolve a problemática da dissertação. Em outras palavras, buscaremos apresentar os aspectos transformativos da determinação do problema adentro a problemática pesquisada, vinculando nossa concepção de MM com o referencial teórico apresentado, observando o processo como um todo.

Observando os dois movimentos de análise propostos, na primeira série, focaremos os aspectos objetivos, os aspectos matemáticos e os de desejo e crença para delinear os fluxos transformativos do problema, que associaremos aos aspectos subjetivos do problema. Na segunda série, analisaremos o sentido e o significado e sua triangulação com o problema frente à pergunta de pesquisa.

5.1 ANÁLISE DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO MODELO

Nesta seção, apresentaremos os episódios que compõem a dissertação. Esses episódios levarão em consideração aspectos referentes a apenas um dos sete grupos estudados, que é o Grupo C. A escolha por este grupo se deve ao fato de os dados se apresentarem mais audíveis e completos em relação aos demais grupos. Audíveis no sentido estrito da palavra, facilitando as transcrições e completos por se apresentarem com menor quantidade de erros de gravação e com maior frequência de encontros por parte dos envolvidos, permitindo um acompanhamento amplo, por nossa parte, do desenrolar do processo problemático.

O trabalho desenvolvido por esse grupo buscou a antecipação da receita da montagem de equipamentos elétricos de uma empresa prestadora de serviços para o Polo Petroquímico, culminando com o seguinte modelo matemático:

Função Objetivo (FO): Maximizar $\sum_{i=1}^7 x_i r_i$.

Onde x_i é a porcentagem de cada tipo de material utilizado e r_i sua respectiva receita, atribuída à unidade percentual da meta a ser atingida. A Função Objetivo busca uma maximização da captação de receitas, associadas diretamente ao lucro, e que leva em consideração a curva de metas já usada pela empresa, dadas pelo índice EAP (Estrutura Analítica de Processo) que trabalha sobre 7 aspectos: Tubing (x_1), Cabo (x_2), Instrumento (x_3), Eletrocalha (x_4), Eletroduto (x_5), Caixas de Junção (x_6) e Painéis (x_7).

Cabe ressaltar que o grupo utilizou uma variação de 20% para os valores da porcentagem de cada tipo de material. Com isso, foram consideradas as seguintes restrições:

$$0,8Px_1 \leq x_1 \leq 1,2Px_1$$

$$0,8Px_2 \leq x_2 \leq 1,2Px_2$$

$$0,8Px_3 \leq x_3 \leq 1,2Px_3$$

$$0,8Px_4 \leq x_4 \leq 1,2Px_4$$

$$0,8Px_5 \leq x_5 \leq 1,2Px_5$$

$$0,8Px_6 \leq x_6 \leq 1,2Px_6$$

$$0,8Px_7 \leq x_7 \leq 1,2Px_7$$

Onde Px_i é a meta percentual do mês de construção do elemento x_i .

Avaliando sob o ponto de vista somente matemático, este modelo é simples e direto. Entretanto, seu processo de construção envolveu uma gama de discussões, que avaliaremos sob a ótica das dimensões das proposições expressas pelos participantes. Antes de iniciarmos o processo de análise, sentimos a necessidade de apresentar algumas das dificuldades que tivemos no processo de organização dos dados e posterior apresentação. Começamos apresentando a primeira dificuldade que consistiu no desmembramento das falas nas dimensões das proposições. Por exemplo, a primeira fala proferida pelos estudantes (em particular, pelo aluno A1) foi longa e apresentou muitos aspectos referentes ao problema que iriam enfrentar. Essa fala pode ser observada no Excerto 1.

5.1.1 Excerto 1: Apresentação inicial do problema

A1: (20'19") *Como eu trabalho com uma montadora, a empresa visa, basicamente, resultado financeiro... só que o setor que eu trabalho é o planejamento, por mim passa a medição que a gente constrói, eu construo e a refinaria paga o que eu construo... só que nem sempre eu consigo construir o que a refinaria paga melhor, então tem, aí que começa o problema. Por exemplo, se eu observar agora eu tenho várias interferências, várias coisas que não permitem que, por exemplo, colocar painéis na base é o que mais dá dinheiro, só que eu tenho uma interferência com a subestação que a civil não terminou, o painel não chegou, o documento não está*

liberado para a execução, eu vou precisar de um recurso daqui a pouco com as outras disciplinas, o meu, a quantidade de recurso que eu tenho não é..., eu não posso botar gente pra montar todos os itens, por exemplo, então a ideia é mix mesmo, a ideia é mostrar assim, neste momento você pode fazer tal coisa, montar eletroduto. O bom é que são seis itens... então o que acontece... se eu conseguisse uma fórmula, ou estruturar o problema, criar um problema matemático, estruturar para que eu possa utilizar isso em outras obras, que a minha [obra] agora já tá em um avanço, que isso eu até conseguiria fazer funcionar, ficaria interessante mas isso não seria o ideal porque minha obra já 'tá num nível elevado. Mas se eu pudesse desenvolver isso seria... Qual é a ideia: de eu pegar os itens que tenho pra medir, instrumentos, cabo, eletroduto, eletrocalha, painéis, tubing... só.

Entendemos que essa fala (proferida por A1 no Excerto 1) engloba uma série de aspectos diferenciados. Trata-se, sim, de uma manifestação, uma vez que se refere à relação entre a proposição e o sujeito que se exprime por meio dela (DELEUZE, 2011). Entretanto, essa manifestação faz parte de um processo maior, que é o de Modelagem Matemática que, por sua vez, se desmembra em diversas dimensões (DALLA VECCHIA, 2012). Buscando compreender o processo de determinação do problema na busca por soluções, dividimos os fluxos de discussão em dois grandes polos: o primeiro são os aspectos objetivos do problema (SAVIANI, 1996), que podem ser observados nas falas dos envolvidos com o problema. O segundo polo, é dado pela matemática usada, que procurará se referir à situação investigada por meio do modelo matemático.

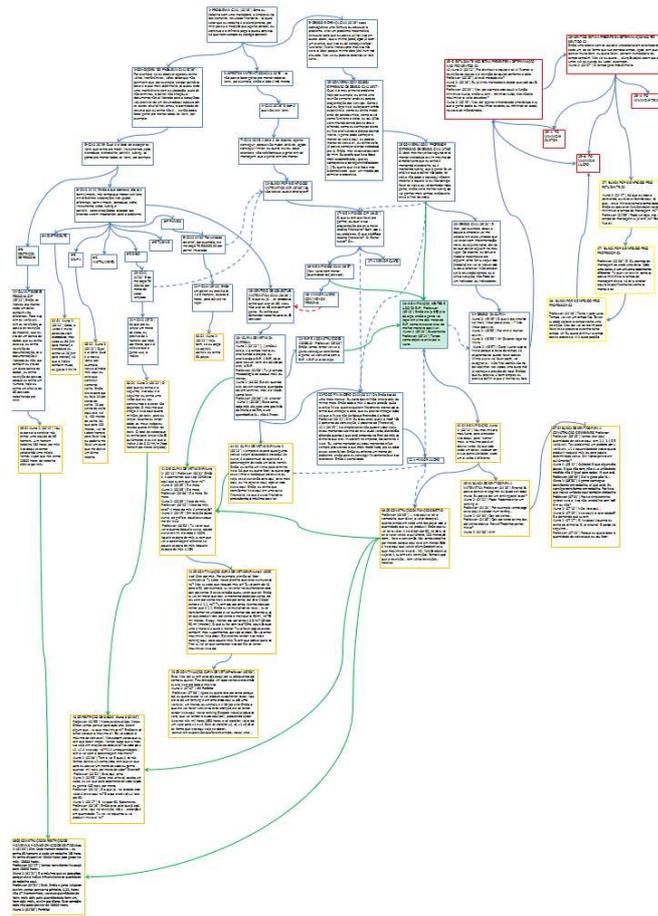
Esses dois aspectos são facilmente destacáveis na fala de A1. Por exemplo, quando A1 diz: "*eu não posso botar gente pra montar todos os itens, por exemplo, então a ideia é **mix** mesmo*", está se referindo aos problemas matemáticos de PO que envolvem a escolha de mix de produtos ou situações ou pessoas, estudadas na disciplina. Já na fala "[...] *se eu observar agora eu tenho várias interferências, várias coisas que não permitem que, por exemplo, colocar painéis na base é o que mais dá dinheiro, só que eu tenho uma interferência com a subestação, que a civil não terminou, o painel não chegou, o documento não está liberado para a execução*", claramente se observa os aspectos objetivos do problema, que envolvem ações, tais como colocar painéis.

Porém, avaliando a fala sob a luz de nosso referencial, observamos que as manifestações, da fala são também decalcadas em desejo e crenças, sendo o primeiro aspecto aqui entendido como o objetivo ou propósito e o segundo que reside na expectativa ou possibilidade ou espera de um objeto ou estado de coisas (DELEUZE, 2011). Ao longo do processo de análise, esses dois aspectos, que se entrelaçam e se complementam, tornaram-se importantes para o processo de análise e também podem ser destacados nas falas de A1 no Excerto 1, quando expõe: "[...] *se eu conseguisse uma fórmula, ou estruturar o problema,*

criar um problema matemático, estruturar para que eu possa utilizar isso em outras obras, que a minha [obra] agora já 'tá em um avanço, que isso eu até conseguiria fazer funcionar, [...]. Mas se eu pudesse desenvolver isso seria...". Entendemos que, de modo explícito, A1 apresenta o desejo de construir uma fórmula (modelo) quando diz "[...] *se eu conseguisse uma fórmula*", podendo haver uma crença implícita de que essa fórmula, ou esse modelo, poderia auxiliar na condução do problema.

Desse modo, destacamos inicialmente estes três aspectos que, conforme mostraremos, foram fundamentais para a compreensão do processo de determinação da problemática que envolve a situação investigada: **aspectos objetivos do problema, aspectos matemáticos e desejo e crença**, entendemos que desejo e crença fazem parte dos aspectos subjetivos do problema. Optamos por deixar desejo e crença juntos, uma vez que, embora sejam distintos, podem estar intimamente associados (no sentido complementar). Assim, analisamos todo o conjunto de falas, desde a primeira até a finalização da construção do modelo, buscando destacar as que conduziram para a construção do modelo matemático, criando um fluxograma que agrega esses desdobramentos (Figura 2). Devido ao tamanho do fluxograma, não é possível observar na Figura 2 as especificidades das falas selecionadas. Entretanto, o Apêndice J apresenta o fluxo completo, podendo ser observado com detalhes. Consideramos importante destacar que a separação e classificação de parte das falas nesses três aspectos, embora implique em uma dificuldade de leitura daqueles que não estão imersos com o problema, foi um aspecto diferencial e de importância fundamental para a análise da determinação do problema.

Figura 2 - Desdobramentos do problema



Fonte: a pesquisa

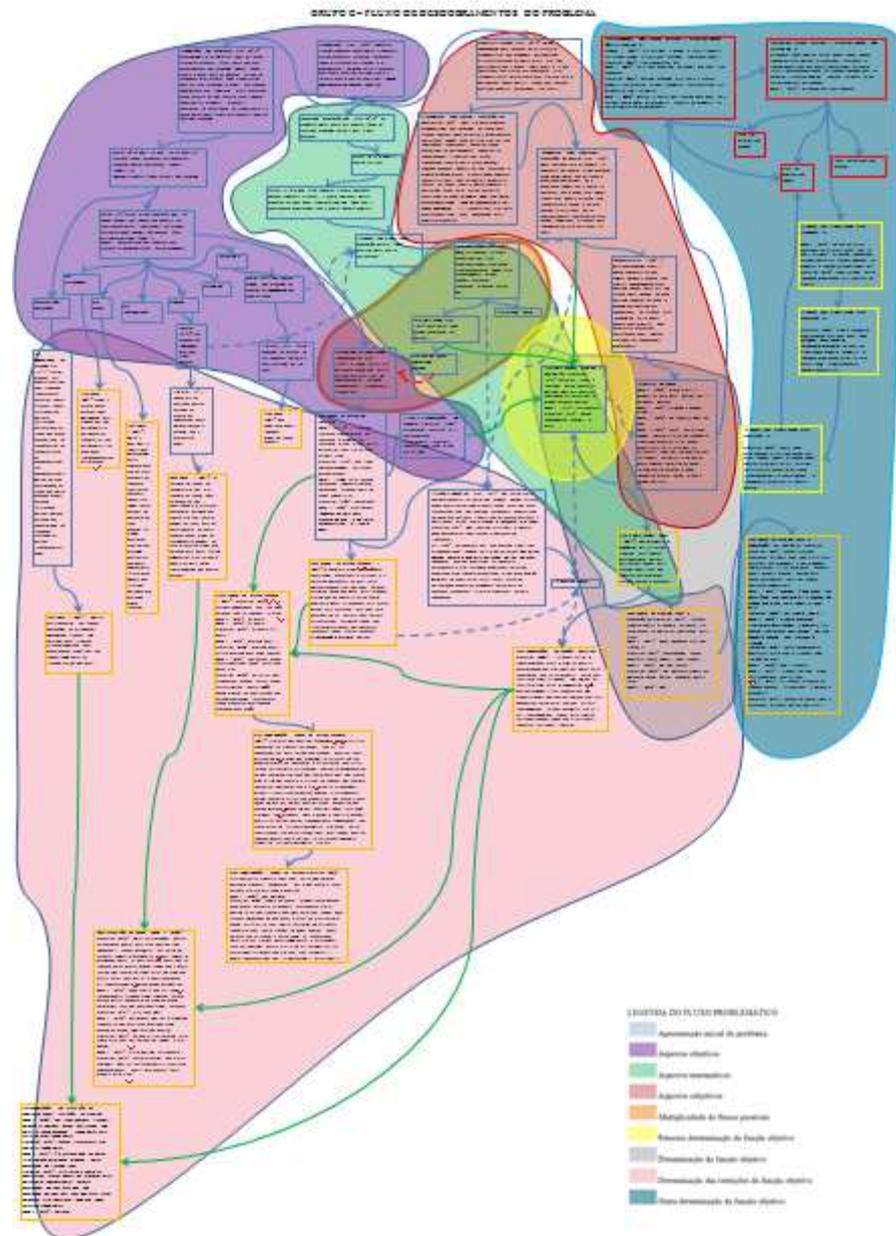
Se, para a apresentação das falas, explicitamos três grandes caminhos pelos quais as determinações se desdobram, para a análise, acrescentamos mais dois aspectos que visam compreender algumas das conexões feitas, que são o significado e o sentido. Consideramos importante lembrar que o significado, conforme Deleuze (2011), está associado à ideia de conceito. Dada a multiplicidade de pontos de vista que a associação com o conceito pode ter, atingindo uma dimensão rizomática (DELEUZE e GUATTARI, 2011), focaremos na associação exclusiva com os conceitos matemáticos. Reconhecemos que se trata de um recorte (uma limitação), mas entendemos a particularização, além de não contrariar a ideia principal, permite que tenhamos um olhar mais atento ao foco de nossa problemática, que é compreender os desdobramentos do problema apresentado pelos alunos. Já o sentido, para Deleuze (2011), está associado diretamente ao problema. Embora o problema tenha sua fundamentação no virtual (DELEUZE, 1988), o mesmo só pode ser observado por meio de

suas atualizações, dadas pelos signos da fala e/ou por sua expressão imagética ou simbólica. Desse modo, nesse conjunto de análise, nos referimos ao já dito e manifestado a respeito do problema, que chamamos de aspectos objetivos do problema.

Partindo desses pressupostos, avaliaremos os fluxos da Figura 2 em dois grandes blocos. O primeiro envolverá a constituição da função objetivo, até sua determinação. O segundo está relacionado a todos os aspectos que ocorrem após essa determinação, que envolvem, em sua maioria, a elaboração das restrições. Consideramos importante destacar que essa divisão não foi pensada *a priori*, mas foi consequência do próprio processo de análise.

Apesar da não linearidade da análise, os desdobramentos do processo problemático permitiram que destacássemos os conjuntos das falas, de forma a auxiliar na discussão dos Excertos que apresentaremos na sequência deste capítulo. Além da *apresentação inicial do problema* e dos *aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos*, apontamos outros cinco desdobramentos que surgiram enquanto do desdobrar do processo: *multiplicidade de fluxos possíveis, primeira determinação da função objetivo, determinação da função objetivo, determinação das restrições da função objetivo e outra determinação da função objetivo*. Estes aspectos são destacados na Figura 3. Como o fluxograma apresenta dimensões superiores, não é possível atermos as especificidades das análises, por isso, mostramos o mesmo fluxo, de forma ampla, no Apêndice H.

Figura 3 - Análise dos aspectos transformativos do problema



Fonte: a pesquisa

Na sequência, discutiremos os demais aspectos denotados na Figura 3 e seus entrelaçamentos com a problemática discutida no Excerto 1.

5.1.2 Excerto 2: primeira determinação da função objetivo

Entendemos que a determinação da função objetivo pode ser observada pela primeira vez no Excerto 2.

Professor: (35'13") *Então ela [a EAP] já te dá algo, então a gente vai jogar em cima das metas da EAP, para estruturar elas da melhor maneira possível.*

A1: (35'23") *Exatamente.*

Professor: (35'24") *Tendo como objetivo principal o lucro.*

Retomando os aspectos referentes ao modelo matemático, temos que a função objetivo que se deseja maximizar é dada pela expressão $\sum_{i=1}^7 x_i r_i$, onde x_i é a porcentagem de cada tipo de material utilizado e r_i sua respectiva receita, atribuída à unidade percentual da meta a ser atingida. Essa função matemática busca a maximização da captação de receita, que no caso específico das falas, associamos diretamente ao objetivo apresentado pelo professor, quando diz: "[...] *tendo como objetivo principal o lucro*". Essa maximização leva em consideração a curva de metas já usada pela empresa, dadas pelo índice EAP (Estrutura Analítica de Processo), que é também um aspecto retomado pelo professor e apresentado na primeira fala do Excerto 2: "*Então ela [a EAP] já te dá algo, então a gente vai jogar em cima das metas da EAP, para estruturar elas da melhor maneira possível*".

Em termos de processo de análise, consideramos que o Excerto 2 consiste em nosso primeiro momento de indeterminação na classificação proposta, que buscava abranger aspectos objetivos do problema, aspectos matemáticos e desejo e crença. Ao observar todos os entrelaçamentos que fizemos, vimos que se tratava de um ponto de convergência, sendo consequência dos três. É justamente essa convergência que buscaremos apresentar nos próximos excertos. Iniciamos pelas conexões geradas por desejo/crenças apresentados no Excerto 3.

5.1.3 Excerto 3: aspectos subjetivos na determinação da função objetivo

A1: (20'19") *[...] se eu conseguisse uma fórmula, ou estruturar o problema, criar um problema matemático, estruturar para que eu possa utilizar isso em outras obras, que a minha [obra] agora já tá em um avanço, que isso eu até conseguiria fazer funcionar, ficaria interessante, mas isso não seria o ideal porque minha obra já 'tá num nível elevado. Mas se eu pudesse desenvolver isso seria...*

A1: (26'47") *Qual é o meu primeiro problema, hoje, por exemplo, eu tenho uma reunião semanal onde eu passo a programação dos serviços. Como é que eu faço isso, eu faço com a minha experiência, como eu tenho muitos anos de petroquímica, como eu sei como funciona a coisa, eu vou lá, fico caminhando dentro dessa área e olhando, como eu conheço a planta, eu fico analisando o projeto o tempo inteiro. A gente pode começar a montar tal coisa aqui, eu posso a montar tal coisa ali, eu tenho calha, já posso começar a lançar cabo daqui pra*

lá. Então, mas essas coisas saem de mim. **Eu queria que isso fosse mais automatizado, que eu começasse a ter alguns indicadores [...]** **Eu queria que isso fosse mais automatizado. Queria um modelo para otimizar o processo.**

A1: (27'38") **O ideal mesmo seria o seguinte: se eu montar eletroduto assim mesmo, que o maior lucro que eu tenho é montando eletrocalha, ou é montando tubing, que a gente fez um análise que o painel não pode, tal coisa não pode e esse aqui não tem material e aquele lá eu não consigo fazer tal coisa ou vai demandar muita gente, então seria melhor tubing que vai ganhar mais tempo, então seria esse o final da coisa.**

A1: (29'20") **É, mas, por exemplo, daqui a pouco a empresa vai me colocar em outra unidade que vai estar com implementação nova, ou alguma coisa, daí vou ter que deixar alguém no meu lugar. De repente, eu deixo o modelo matemático pra alguém, olha! Se tu seguir esse [modelo] ele vai te indicar onde tu deve priorizar. Não precisar ser o resultado correto, ou a única solução, não. Pode ser um indicador, ou indicadores.**

Os casos apresentados no Excerto 3, destacam os desejos e crenças encontrados nas manifestações dos alunos que entendemos terem influenciado a formação da função objetivo. Notamos que, embora no Excerto 2 este aspecto tenha sido apresentado pelo professor, nas falas do Excerto 3 (que são anteriores em termos temporais) este desejo é manifestado sempre pelos alunos. Em particular, todos os trechos são provenientes da manifestação do Aluno 1, que também foi o proponente do problema.

Avaliando as quatro falas do Excerto 3, entendemos que as mesmas contribuíram para a formação do modelo. Na primeira delas, pode ser observado quando A1 diz "[...] *se eu conseguisse uma fórmula*", explicitando o desejo de criar um modelo. A segunda reforça a primeira, apresentando o desejo de construção de um modelo que automatizasse o processo, que pode ser visualizado na fala: "*Eu queria que isso fosse mais automatizado, que eu começasse a ter alguns indicadores*" sendo reforçado pela expressão "*Queria um modelo para otimizar o processo*". Nesse último caso, entendemos já aparecer expressões que envolvam crença, principalmente no momento em que afirma que quer um modelo para otimização, mostrando convicção de que a matemática pode melhorar o processo que está sendo modelado. No terceiro caso, aparece a primeira vez, de modo explícito, a palavra lucro, na expressão "*O ideal mesmo seria o seguinte: se eu montar eletroduto assim mesmo, que o maior lucro que eu tenho [...]*". Embora na produção do modelo a maximização envolveu a receita, entendemos que estes aspectos se mostram imbricados. Por último, na quarta fala, o aluno A1 expressa seus desejos e crenças na possibilidade de que a construção do modelo possa dar indícios das escolhas que assume durante seu trabalho, indicando qual caminho no

conjunto de soluções deve ser priorizado. Este aspecto pode ser observado quando diz: "*De repente, eu deixo o modelo matemático pra alguém, olha! Se tu seguir esse [modelo] ele vai te indicar onde tu deve priorizar*".

Observando o conjunto de falas do Excerto 3, entendemos que as mesmas mostram uma forte relação entre as manifestações de desejo e o processo de determinação do modelo. Em especial, a terceira manifestação e o real objetivo da função, proferido pelo professor no Excerto 2 são o mesmo: otimizar o lucro. Desse modo, assumimos que os desejos e as crenças dos envolvidos no processo de MM, podem se tornar um dos aspectos que conduz fortemente à determinação do problema e sua consequente resolução, por meio da análise dos modelos matemáticos a ele associados.

Entretanto, esse processo de determinação do problema, não é influenciado somente pelo desejo e pela crença. Há de se considerar os aspectos objetivos do problema que assumiremos nessa investigação como sendo as características manifestadas pelos estudantes acerca da situação que estava sendo investigada. No Excerto 4, destacaremos estes aspectos, buscando sua relação com a determinação da função objetivo.

5.1.4 Excerto 4: aspectos objetivos do problema na determinação da função objetivo

A1: (20'19") *Como eu trabalho com uma montadora, a empresa visa, basicamente, resultado financeiro... só que o setor que eu trabalho é o planejamento, por mim passa a medição que a gente constrói, eu construo e a refinaria paga o que eu construo... só que **nem sempre eu consigo construir**.*

A1: (20'19") *Por exemplo, se eu observar agora, eu **tenho várias interferências, várias coisas que não permitem que, por exemplo, colocar painéis na base é o que mais dá dinheiro**, só que eu tenho uma interferência com a subestação que a civil não terminou, o painel não chegou, o documento não 'tá liberado para a execução, eu vou precisar de um recurso daqui a pouco com as outras disciplinas, o meu, a quantidade de recurso que eu tenho não é..., eu não posso botar gente pra montar todos os itens, por exemplo.*

A1: (20'19") *Qual é a ideia: de eu pegar os itens que tenho pra medir, instrumentos, cabo, eletroduto, eletrocalha, painéis, tubing... só **gente** pra montar todos os itens, por exemplo.*

A1: (24'11") *Então o que acontece, olha só, é bem simples, nós temos que montar seis itens, em diferentes separações, seis grupos diferentes, bem simples, eletroduto, calha, instrumento, cabo, tubing e painéis.*

A1: (28'28") *É, o que eu já..., as pessoas eu tenho que usar as 85, se eu não usar as 85 eles demitem gente. Eu tenho que demandar trabalho para as 85 pessoas.*

A1: (32'13") [...] *então é tenso, é o tempo inteiro eu analisando o projeto, eu analisando o EAP. A EAP, ela se para nesses itens aí e dá valor pra eles, a EAP.*

Professor: (32'58") *Tu já tem uma metodologia de ataque mais ou menos.*

A1: (33'00") *Ela diz quando eles devem começar, quando eles devem terminar, mas ele não diz como fazer.*

Professor: (33'08") *Ah, entendi!*

A1: (33'09") *Essa curva, todo mês ela gera uma previsão de início e de fim, e um quantitativo lá... não é linear.*

Professor: (35'03") *Então vamos tentar ver se a gente consegue transformar... a gente vai conversar com a EAP. A EAP já te dá algo.*

Apresentação inicial do problema pode ser observada na primeira fala, quando o aluno A1 diz "[...] *só que nem sempre eu consigo construir*" referindo-se às dificuldades frente ao processo de organização de mão de obra para ações de Engenharia Industrial. A continuação da conversa apresenta alguns dos aspectos considerados como possíveis causas ou interferências nesse atraso, envolvendo atrasos de outros setores, recursos humanos e desencadeamento envolvendo um melhor aproveitamento dos recursos financeiros, destacando, nas duas falas seguintes alguns dos itens que são usados na construção ("*...* *eletroduto, calha, instrumento, cabo, tubing e painéis*") e a quantidade de pessoas disponíveis para atender todas as demandas ("*...* *as pessoas eu tenho que usar as 85*").

Paralelamente, observamos ainda que a preocupação com os aspectos financeiros também formam um dos aspectos objetivos dos problemas, quando A1 expõe na primeira fala que "[...] *a empresa visa, basicamente, resultado financeiro*". Essa preocupação com o aspecto financeiro também pode ser observada quando A1 expõe: "*...* *colocar painéis na base é o que mais dá dinheiro*", mostrando com isso que há uma conexão (em termos de influência) entre os aspectos objetivos do problema e as discussões envolvendo desejo e crença, apresentadas no Excerto 3.

O avanço das discussões no Excerto 4 permite ainda observar o momento no qual o aluno A1 levanta as considerações a respeito da orientação do processo por meio da Estrutura de Análise de Processo (EAP) que a empresa já possui ("*...* *é o tempo inteiro eu analisando o projeto, eu analisando o EAP*") e a sugestão dada pelo professor quando diz "[...] *a gente vai conversar com a EAP. A EAP já te dá algo*". Essas falas tiveram como consequência direta o uso dos dados da EAP para servirem como referência para o modelo construído e que já foram destacadas no Excerto 2. Com isso, podemos ver como os aspectos já existentes no

cotidiano de ações dos envolvidos no problema puderam ser trazidos para a formação da Função Objetivo.

Todavia, esses dados, embora tenham conexão direta com o problema, por si só, não permitem uma associação direta com a matemática. Foram necessárias manifestações dos envolvidos e uma série de discussões para que estes aspectos pudessem ser determinados de tal forma que sua apreensão pela matemática fosse possível. É justamente este conjunto de proposições, que buscaram significações matemáticas (DELEUZE, 2011), que apresentaremos no Excerto 5.

5.1.5 Excerto 5: aspectos matemáticos na determinação da função objetivo

A1: (20'19") "[...] eu não posso botar gente pra montar todos os itens, por exemplo, então a ideia é **mix** mesmo.

A1: (20'19") *O bom é que são seis itens.*

A1: (23:16) *A ideia é, de repente, a gente conseguir, porque são muitas variáveis, a gente conseguir limitar, eu quero, eu vou, o que acontece, são seis itens que a gente tem de montagem, que a gente tem pra montar.*

Professor: (28'02") *O que tu tem que fazer pra ganhar, ou qual a tua programação pra ter o maior retorno financeiro? Bom, esse é teu problema, O que **significa** o retorno financeiro? O menor custo? Ou...*

A2: (28'27") *Mais lucro com menor [quantidade de] pessoas.*

Nos diálogos apresentados, é possível observar alguns aspectos matemáticos que implicaram na produção da função objetivo. Inicialmente, o aluno A1, ao apresentar o problema, traz a palavra *mix*, que se refere a uma parte da Pesquisa Operacional concernente à escolha do melhor conjunto de aspectos de tal forma a atender um conjunto de restrições e, ao mesmo tempo, maximizar ou minimizar uma função que entrelaça todos os aspectos importantes para os problemas. De fato, se observarmos atentamente a função objetivo proposta, há uma escolha entre as porcentagens de cada tipo de trabalho proposta de tal forma a maximizar a receita. Desse modo, pode-se dizer que a ideia inicial apresentada pelo Aluno 1 veio a se configurar. Nas falas seguintes, o Aluno A1 apresenta a quantidade de itens como sendo 6. Embora esses seis aspectos tenham se verificado, ao final do processo foi acrescentado mais um, totalizando 7 itens.

Na terceira fala, o professor faz alguns questionamentos buscando especificar o problema. Tanto no Excerto 3, que falamos de desejo/crença, quanto no Excerto 4 no qual buscamos apresentar os aspectos objetivos de problema, expomos os aspectos financeiros. Esse aspecto, aparece também nesse conjunto de falas, agora visando especificar mais a proposta, almejando uma proposição que possa ser descrita por meio da matemática abordada na disciplina. Desse modo, ao questionar: "*O que tu tem que fazer pra ganhar, ou qual a tua programação pra ter o maior retorno financeiro? Bom, esse é teu problema, O que significa o retorno financeiro? O menor custo?*", ou quando A2 fala: "*Mais lucro com menor [quantidade de] pessoas*", entendemos haver uma busca por essas determinações, de tal modo que a matemática conhecida possa se referir ao caso discutido. Ocorre, nesse caso, aquilo que entenderemos como uma busca pela significação.

Segundo Deleuze (2011) a significação é uma das dimensões da proposição que relaciona as palavras ao conceito. Avaliando sob essa ótica, pode-se observar que, intrínseco às palavras usadas nesse excerto (*mix, maior retorno, menor custo,...*), há uma série de aspectos teóricos matemáticos (otimização de processos, função objetivo, programação linear) que são trazidos constantemente pelos envolvidos. Há, nesse contexto, buscas por significações. A medida que vão sendo desenvolvidas as manifestações que determinam o problema, busca-se implicitamente modos de determiná-las de tal sorte que possam ser atribuídos significados matemáticos para as mesmas. Entendemos ser esse o processo ocorrido nas falas que compõem o Excerto 5.

Entretanto, conforme já mencionamos no capítulo teórico, a significação, por assumir um caráter fundamentado em aspectos lógicos e conceituais, pode gerar algumas armadilhas, conduzindo a expressões que, embora tenham significado, em termos de sentido podem apresentar aspectos de não senso. Desse modo, entendemos a necessidade de analisar o processo de construção da função objetivo, em termos de sentido. Conforme já discutido, entenderemos o sentido como sendo o "[...] expresso da proposição [...] entidade complexa e irreduzível, acontecimento puro que insiste e subsiste na proposição" (DELEUZE, 2011, p. 20). Embora o sentido só exista e subsista na proposição, o autor o associa diretamente ao problema. Desse modo, discute o sentido ou não de uma proposição frente à problemática que está sendo manifestada/designada.

Para discutir sentido e sua importância no processo de MM, trazemos a última fala do Excerto 5 proferida pelo Aluno 2: *Mais lucro com menor [quantidade de] pessoas*. Observamos que a função objetivo envolveu, sob certos aspectos, a primeira parte da fala (mais lucro). Entretanto, a segunda parte que fala sobre a menor quantidade de pessoas

não foi abordada. Em termos matemáticos, diminuir a quantidade de pessoas que trabalham envolve redução de custos e conseqüentemente aumento do lucro. Trata-se de um possível desdobramento da determinação do problema que poderia ter sido desenvolvido, pois, do ponto de vista matemático, teria significado. Porém, apesar de ter um significado, entendemos que o mesmo não tinha sentido para as condições do problema. Para poder observar esses aspectos, temos que entrelaçar a sequência de falas que ocorrem após a fala de A2 e que, por motivos de análise, foi classificada em outro ramo do fluxo. Apresentamos a sequência linear temporal no Excerto 6.

5.1.6 Excerto 6: relação entre sentido e significado na escolha por caminhos nos fluxos de determinação

A2: (28'27") *Mais lucro com menor [quantidade de] pessoas.*

A1: (28'28") *É, o que eu já..., as pessoas eu tenho que usar as 85, se eu não usar as 85 eles demitem gente. Eu tenho que demandar trabalho para as 85 pessoas.*

Embora a primeira fala do Excerto 6 tenha um significado associado aos conceitos e conseqüências lógicas permitidas pela matemática, o caminho que poderia ter sido seguido e consistia na redução das pessoas foi invalidado pelo Aluno 1. Por ser proponente do problema e vivenciar o problema no dia a dia, o Aluno A1 logo apresentou a impossibilidade do caminho ser seguido, que pode ser observado de modo explícito quando diz: "[...] *as pessoas eu tenho que usar as 85 [...] Eu tenho que demandar trabalho para as 85 pessoas*". Observando essas falas em relação ao nosso referencial, entendemos que essa invalidação se deu frente aos aspectos objetivos do problema. Em outras palavras, dizemos que, embora o que o Aluno 2 tenha significado em termos lógicos, analisando a expressão frente ao problema, **a mesma não faz sentido**, uma vez que "[...] o sentido está no próprio problema" (DELEUZE, 1988). Desse modo, no processo de determinação de um problema, a significação pode não ser o único aspecto levado em consideração ao optar por seguir um dos múltiplos caminhos/fluxos nos quais o problema pode se desdobrar. Há de se considerar, como foi o caso, a importância de a determinação fazer sentido ou não frente aos aspectos (objetivos) que envolvem o problema.

Observamos que estamos avaliando a expressão dada pelo Aluno 2. Conforme Deleuze (2011), o sentido é próprio da proposição, insistindo e subsistindo nela. Entretanto,

para avaliar o sentido, é preciso sempre outra proposição que na especificidade do Excerto 6 foi dada por A1. É levando em consideração essa necessidade de haver sempre outra proposição para explicar o sentido, que Deleuze (1988, p. 152) diz que "[...] nunca podemos dizer o sentido daquilo que dizemos".

Dadas todas as discussões apresentadas até o momento, podemos finalmente fazer uma análise mais consistente frente às falas do Excerto 2. Quando o professor afirma que "*Então ela [a EAP] já te dá algo, então a gente vai jogar em cima das metas da EAP, para estruturar elas da melhor maneira possível*", está buscando significações matemáticas, conforme já discutido, para tratar dos aspectos do problema. Entretanto, há a necessidade destes aspectos fazerem sentido para o problema, o que é confirmado pelo proponente do problema quando diz "*Exatamente*". Desse modo, há uma culminância tanto de uma proposição que possa ser abordada por meio da matemática, isto é, tenha significado matemático, quanto de uma proposição que faça sentido para o problema, consolidado por A1 na proposição subsequente. A complementação da determinação se dá quando o professor diz: "*tendo como objetivo principal o lucro*" que carrega não somente os aspectos matemáticos e os aspectos objetivos do problema, mas também todo o peso dado pelo desejo e crenças, abordados ao longo do Excerto 3.

Desse modo, foi possível observar que o processo de determinação da função objetivo somente se deu no momento em que houve a instauração de significado, sentido e desejo/crenças. Nesse contexto, o significado das determinações esteve diretamente associado ao fluxo dado pela matemática, o sentido foi validado pelos aspectos objetivos do problema, sendo, por sua vez, ambos orientados pelos desejos e crenças que formam, na visão de Saviani (1996), os aspectos subjetivos do problema.

5.1.7 Excerto 7: quando os aspectos subjetivos, objetivos e matemáticos se imbricam com sentido e o significado na determinação da função objetivo

No intuito de buscar os entrelaçamentos entre os aspectos subjetivos, objetivos e matemáticos e a subsequente correlação com o sentido e o significado na determinação da função objetivo, retomaremos o Excerto 2, além de três outros excertos novos, para, assim, delinear estas relações coexistentes.

Professor : (35'13") *Então ela [a EAP] já te dá algo, então a gente vai jogar em cima das metas da EAP, para estruturar elas da melhor maneira possível.*

A1: (35'23") *Exatamente.*

Professor: (35'24") *Tendo como objetivo principal o lucro.*

A2: (46'49") *O que é pra ti melhor: ser mais linear possível ou ...? Mais linear possível.*

A1: (46'55") *Pra mim é melhor assim...*

A2: (46'56") *Ah! Disparar logo no início.*

A1: (46'57") *Claro! Lucrar tudo no início porque o resto do tempo, só esperando os outros fazer o deles. Minha curva vai fazer assim, vai estagnar e... Não, final do mês vão me dar tapinhas nas costas e no outro mês já começa a pressão de novo. Então o que eu preciso, é bem simples, eu preciso definir o que é melhor eu fazer.*

Professor: (04'15") *Entendi. Eu posso pensar o seguinte: eu quero sair daqui muito. Eu posso dar um ranking para isso aí?*

A1: (04'21") *Pode. Podemos criar um ranking aí.*

Professor: (04'23") *Por exemplo, vamos pegar essa aqui e colocar num ranking...*

A1: (04'33") *Dez por cento...*

Professor: (04'35") *Dez por cento acima, dez por cento abaixo. Posso? Podemos pensar nisso?*

A1: (04'38") *Sim!*

Em um primeiro momento retomamos o Excerto 2 enquanto da primeira determinação da função objetivo, dada por $\sum_{i=1}^7 x_i r_i$. Esta função foi definida considerando-se os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos no desenvolver do processo problemático. Em termos temporais, a partir deste momento, com a definição do objetivo: o lucro, e do parâmetro a ser utilizado: a EAP, a construção da função objetivo foi delineada em vias do sentido e do significado anteriormente exposto. Na manifestação do professor "*Então ela [a EAP] já te dá algo [...]*", notamos que a curva de metas EAP representa um aspecto objetivo do problema, pois as ações estruturantes seguintes serão baseadas neste índice. Podemos considerar que este indicador opera na significação de todo o processo, relacionando diretamente uma curva previamente gerada, com a função objetivo formada. Esta significação não está diretamente ligada a um conceito, conforme proposto por Deleuze (2011), mas sim a um parâmetro, e a sua tradução para uma significação matemática acontece na função objetivo.

Na sequência da manifestação do professor, "*[...] então a gente vai jogar em cima das metas da EAP, para estruturar elas da melhor maneira possível*", os aspectos subjetivos, divididos por nós em desejo e crença são expostos. O desejo se mostra quando o professor diz que vai "*[...] jogar em cima das metas EAP [...]*", entendido aqui por utilizar do índice para a construção da função objetivo, mais especificadamente as restrições, visto que o referido índice fornece as informações sobre os itens a serem montados dentro do mês em questão. Já

a crença aparece no final da frase "[...]para estruturar elas da melhor maneira possível", em uma clara expectativa de que o índice EAP servirá de base para a construção da função objetivo e conseqüente à organização dos itens a serem montados.

Observando a manifestação do professor, notamos o decalque de suas impressões na proposição, contudo no transcorrer desta, os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos começam a se mesclar e se desdobrar de modo distinto, havendo um entrelaçamento que se torna mais difícil de observar de modo separado. Em um primeiro momento, poderíamos afirmar ser apenas uma restrição à significação de conceitos matemáticos, visto que há uma correlação entre uma curva e uma função, todavia a significação não engloba os aspectos subjetivos de forma ampla. Neste contexto, a subjetividade poderia direcionar a significação matemática em distintas direções adentro a multiplicidade do contexto problemático. Esta sucessão de acontecimentos traduzidos pelas sucessivas proposições é fomentada pelo **sentido** pois este "[...] insiste ou subsiste na proposição" (DELEUZE, 2011, p.20), tornando-se primeiro em relação à manifestação e à significação. Nesta conjuntura, apesar da categorização inicial das proposições, esta fala do professor opera como um integrador dos conceitos, interpondo, de certa forma, os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos na direção da determinação da função objetivo. Ainda, o Aluno 1, que é o proponente do problema, assente com as afirmações do professor quando diz "*Exatamente*", consentindo com o proposto e assegurando estas proposições como a gênese dos futuros desdobramentos e, ao mesmo tempo, confirma que a expressão dada pelo professor está em consonância com a problemática que se pretende desenvolver, isto é, a proposição carregada direta e indiretamente de significados matemáticos **faz sentido** frente ao problema.

Nesta proposição inicial, o desdobramento levou ao consentimento do uso do índice EAP como parâmetro construtivo da função objetivo. Podemos, de forma prematura, dizer que esta curva dará o significado objetivo e matemático, fomentando o sentido do processo. Mas o sentido em relação a quê? Ao cumprimento das metas? O "[...] sentido está no próprio problema" (DELEUZE, 1988, p.154) e o problema é objetivado na sequência das manifestações "*Tendo como objetivo principal o lucro*". Apesar de que um problema "[...] se determina ao mesmo tempo em que é resolvido; mas sua determinação não se confunde com sua solução: os dois elementos diferem por natureza, e a determinação é como a gênese da solução concomitante" (DELEUZE, 1988, p.159), a objetivação pelo lucro funcionará como um vetor em direção à solução do problema (DALLA VECCHIA e MALTEMPI, 2012), podendo ser traduzido aqui como o sentido em direção à solução. O sentido não pode ser traduzido, nem reduzido a uma proposição (DELEUZE, 2011), pois é o "[...] expresso da

proposição [...]" (DELEUZE, 2011, p.20), contudo não há outra forma de explicitar o sentido senão por meio de sucessivas proposições (DELEUZE, 2011), logo, cada proposição dá o sentido para a seguinte, e, assim, sucessivamente. O sentido, então, será o próprio acontecimento, tendo como vetor de solução o objetivo, que é o lucro e um limitador físico, caracterizado pelo índice EAP. Mas, de forma alguma, o sentido estancará as possibilidades de solução, ele atuará na construção dos modelos matemáticos seguintes não reduzindo-se "[...] aos estados das coisas individuais, às imagens particulares, às crenças pessoais e aos conceitos universais e gerais" (DELEUZE, 2011, p.20), mas sim integrando-os de forma indissociável, rizomática.

Com a determinação do objetivo do processo problemático: o lucro, ou, ainda, o adiantamento da receita, e o parâmetro que será utilizado como inicial: a curva EAP, os acontecimentos posteriores aludiram a essas premissas, verticalizando as ações para contemplá-las. Em um momento posterior ao Excerto 2, um diálogo entre os Alunos 1 e 2, reforça as duas condições traçadas inicialmente. O Aluno 1 diz: "[...] **Lucrar tudo no início porque o resto do tempo, só esperando os outros fazer o deles. Minha curva vai fazer assim, vai estagnar e... [...]**", em um claro movimento de antecipação do lucro e cumprimento das metas estabelecidas pela EAP. A indissociável relação entre o lucro e a EAP influenciou todo o desenrolar do processo problemático, interferindo nas manifestações dos envolvidos, carregando o sentido nas ações.

Podemos considerar que, dentro da multiplicidade do conjunto de desdobramentos do problema, o vetor do acontecimento assumiu, de certo modo, uma direção, devido ao fato da constância dos significados dos conceitos. O conceito de lucro e o conceito de meta estão incorporados no campo de imanência referente ao problema em questão. Apesar de estarmos considerando significados e conceitos, ponderamos que estes influenciam diretamente nos aspectos subjetivos das ações, ou seja, no desejo e crença expostos. A constância na significação dos conceitos permite que os desejos formem "[...] uma ordem de exigências ou mesmo de deveres, distinta de uma simples urgência das necessidades [...]" (DELEUZE, 2011, p.17) e que as crenças produzem "[...] uma ordem de inferências distinta de simples opiniões [...]" (DELEUZE, 2011, p.17), tornando as proposições seguintes significativas perante os parâmetros adotados.

Neste contexto de maximização do adiantamento da receita, o sentido do problema também deve abarcar os conceitos matemáticos propostos. De forma geral, parece um tanto óbvio visto que o processo refere-se à formação de uma função objetivo (FO), um modelo matemático. Contudo, a significação matemática imbrica-se no processo problemático,

compondo um dos aspectos que o influenciam, fomentando o sentido, visto que se caracteriza pelo acontecimento, insistindo e subsistindo nas proposições que o sucedem (DELEUZE, 2011). Deste modo, o professor propõe ao Aluno 1 uma flexibilização da curva de metas EAP, "[...] *Eu posso pensar o seguinte: eu quero sair daqui muito. Eu posso dar um **ranking** para isso ai?*", buscando aludir com as premissas objetivas propostas anteriormente, decalcando sua manifestação em uma significação matemática. Esta flexibilização da curva EAP tem por objetivo maximizar o adiantamento da captação de receita, incorporando este aspecto ao expresso do sentido, pois este é parte integrante do problema (DELEUZE, 1988). A própria flexibilização adotada deve compor o contexto empregado, pois deve satisfazer ao objetivo principal e também à meta dada pela curva EAP, não desfocando da problemática.

O sentido caracteriza-se de forma extraproposicional, não permitindo que seja reduzido ao ato proposicional (DELEUZE, 1988), tampouco podemos expressar o sentido daquilo que dizemos (DELEUZE, 2011), contudo as proposições e suas relações são um meio de atualização do problema conduzindo o processo proposicional extrapolando as correlações orientadas pelo sentido. A partir da fala do Excerto 2, sua categorização em designação, manifestação ou significação ou ainda como aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos são suprimidas pelo sentido dado ao problema, visto que estas categorizações se complementam e se imbricam de modo a dispensar tal classificação, estando diluídas na imanência da situação. O sentido não surge para explicitar as proposições, mas sim fomentar seus desdobramentos, unindo as dimensões classificatórias, em direção à determinação do problema, não confundindo seu processo problemático com sua determinação.

5.1.8 Excerto 8: quando os aspectos subjetivos, objetivos e matemáticos se imbricam com sentido e o significado na determinação das restrições do problema

Professor: (00'05") [...] *isso aqui vai ser o somatório, quer dizer, o valor da peça 1, quanto tempo em cada uma das peças vezes a quantidade que tu vai produzir. [...]Então é isso aqui que vai ser a função objetivo, tu quer maximizar isso aí... hã... função objetivo, [sujeito A1], tu tem seis restrições. [...]*

Como propusemos inicialmente, depois da determinação do objetivo e das restrições que o processo problemático assumiu, a categorização dos aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos se tornou difícil pelos desdobramentos das ações desenvolvidas, que levaram a um direcionamento do processo problemático. A diluição destes três aspectos na imanência do sentido não tem por objetivo diminuir suas importâncias individuais, mas sim potencializá-las

na direção da determinação do problema, desvelando sua cumplicidade mútua. Os três aspectos se mostram imbricados quando os envolvidos no processo, os alunos e o professor, se referem à função objetivo como na seguinte passagem: "*... isso aqui vai ser o somatório, quer dizer, o valor da peça 1, quanto tempo em cada uma das peças vezes a quantidade que tu vai produzir. [...] Então é isso aqui que vai ser a função objetivo, tu quer maximizar isso aí... hã... função objetivo, [sujeito AI], tu tem seis restrições. [...]*". É importante ressaltar que estas falas ocorreram depois da culminância dos aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos, ou seja, da determinação do problema estar efetivada. Apesar da alusão à função objetivo, que poderíamos simplesmente classificar como um aspecto matemático, esta não fornece apenas uma conceitualização de rigor aritmético e algébrico, mas sim remete aos aspectos objetivos e subjetivos expostos anteriormente. Nos aspectos objetivos, a função objetivo contempla as metas de montagem da empresa, dispostas pelo índice EAP. Já os aspectos subjetivos englobam o desejo e a crença do adiantamento de receita, assim como o direcionamento do processo problemático, como ressaltamos no Excerto 6.

A dificuldade na categorização estanque dos aspectos objetivo, subjetivo e matemático se deve à circularidade das proposições (DELEUZE, 2011), pois a importância não recai sobre qual dos aspectos se sobrepõe ao outro, mas sim ao seu entrelaçamento. O ato propositivo não reduz a multiplicidade do processo problemático, ele o encaminha em uma direção, em razão de que o primado das proposições é fomentado pelo sentido. Neste contexto, o sentido não é determinado, tampouco a determinação dos aspectos apresentados, ele é a fronteira entre eles, e sua transposição se dá de forma tangencial, sem se sobreporem. O entrelaçamento entre os aspectos, entendidos aqui pela vetorização em direção a solução, já concretizada neste momento dos desdobramentos, estão invariavelmente ligados e inseparavelmente constituídos. Quando as ações se direcionam para uma determinação do problema, os aspectos mencionados acabam por coexistir, não reduzidos ao ato proposicional, que os limita, contudo se engendram no sentido, pois este é "[...] o exprimível ou o expresso da proposição [...]" (DELEUZE, 2011, p.23). O sentido, então, frequenta as proposições e o estados das coisas não se confundindo com elas, agindo de forma fronteira (DELEUZE, 2011).

Enquanto da determinação da função objetivo: $\sum_{i=1}^7 x_i r_i$ e de suas restrições, o sentido não pode ser restrito às proposições que a determinaram, mas necessitando destas para existir (DELEUZE, 2011). Sua definição não está na proposição, mas na sucessão de acontecimentos desdobrados a partir desta ao longo do processo problemático. O sentido se torna o acontecimento percorrido até determinação da função, pois o processo problemático envolveu

os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos, cada um com suas especificidades, que se mesclaram ao ponto de se fundirem em direção à determinação do problema.

Na figura 4, apresentamos a parte do fluxograma referente às restrições e suas ligações adentro o processo problemático:

No contexto apresentado, as restrições e a taxa de variação para construção consideradas pelos envolvidos no processo para formação da função objetivo (FO) foi a seguinte:

$$0,8Px_1 \leq x_1 \leq 1,2Px_1$$

$$0,8Px_2 \leq x_2 \leq 1,2Px_2$$

$$0,8Px_3 \leq x_3 \leq 1,2Px_3$$

$$0,8Px_4 \leq x_4 \leq 1,2Px_4$$

$$0,8Px_5 \leq x_5 \leq 1,2Px_5$$

$$0,8Px_6 \leq x_6 \leq 1,2Px_6$$

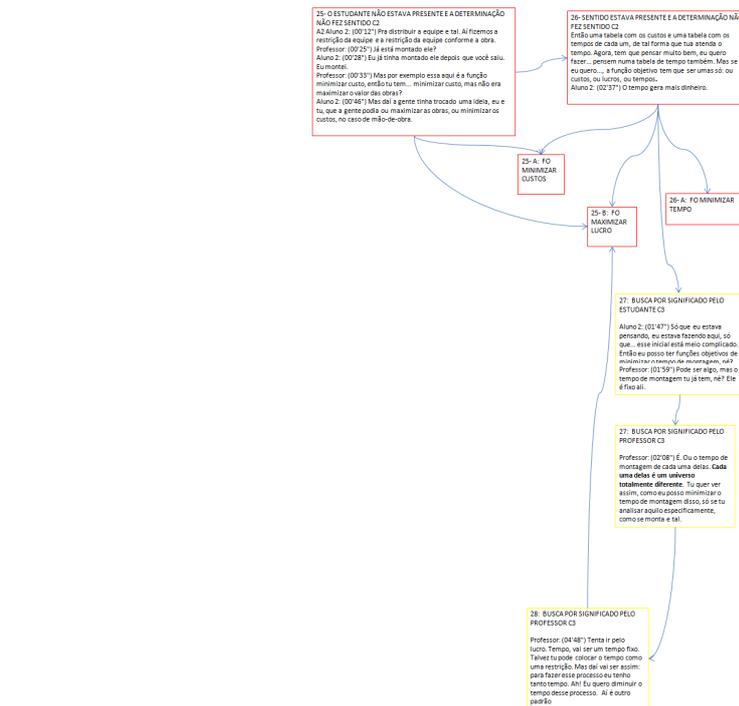
$$0,8Px_7 \leq x_7 \leq 1,2Px_7$$

Apesar da função objetivo e das restrições serem representadas pela simbologia matemática, não foi apenas este aspecto que influenciou na sua construção. Esta determinação é o ponto culminante do entrelaçamento dos três aspectos desenvolvidos ao longo da busca por soluções para o processo problemático, portanto sua classificação não pode ser analisada sobre vieses estanques. O sentido conferido ao processo, produto dos acontecimentos desdobrados, foi influenciado inicialmente de forma separada, se considerando os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos operando distintamente. No decorrer dos acontecimentos, os três aspectos convergiram em direção à determinação da função objetivo, cada um deles com suas especificidades, porém, não se sobrepondo uns aos outros, mas sim se complementando, mesmo que de forma fronteira.

5.1.9 Excerto 9: quando o sentido se torna frágil

Para melhor compreensão deste Excerto, apresentamos na Figura 5 o fluxo das conversações entre o professor e o Aluno 2. Cabe ressaltar que o Aluno 1 é o proponente do problema e não estava presente nesse dia. Esta situação gerou um fluxo diferente, orientado pelo significado, que permitia uma multiplicidade, mas sem a limitação dada pelo sentido, o problema trazido pelo propositor não convergia. Na sequência, selecionamos duas falas entre o professor e o Aluno 2 acerca de outros caminhos que os desdobramentos problemáticos poderiam seguir:

Figura 5 - Desdobramentos distintos dos iniciais



Fonte: a pesquisa.

A2: (00'12") *Pra distribuir a equipe e tal. Aí fizemos a restrição da equipe e a restrição da equipe conforme a obra.*

Professor: (00'33") *Mas por exemplo essa aqui é a função minimizar custo, então tu tem... minimizar custo, mas não era maximizar o valor das obras?*

A2: (00'46") *Mas daí a gente tinha trocado uma ideia, eu e tu, que a gente podia ou maximizar as obras, ou minimizar os custos, no caso de mão de obra.*

Professor: (00'58") *Falta o 42 [Aluno 1], [...]. Porque tem que ver como isso é cobrado, porque pelo o que ele me falou, pode ser assim, não tem problema, daí precisa de custos, mas pelo o que ele me falou tem que ter o que, ele tem que fazer as obras, todo o conjunto de obras de tal forma que tu tenha o maior lucro possível.*

Professor (02'04"): *Então uma tabela com os custos e uma tabela com os tempos de cada um, de tal forma que tu atenda o tempo. Agora, tem que pensar muito bem, eu quero fazer... pensarem numa tabela de tempo também. Mas se eu quero..., a função objetivo tem que ser uma só: ou custos, ou lucros, ou tempos.*

A2: (02'37") *O tempo gera mais dinheiro.*

O entrelaçamento entre os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos permitiu, adentro a multiplicidade dos desdobramentos do processo problemático, chegar a uma função objetivo: $\sum_{i=1}^7 x_i r_i$, que projeta maximizar o lucro financeiro decorrente da construção de sete itens com distintas especificidades. A delimitação dos aspectos restringiu as possibilidades de

solução a uma única função objetivo, todavia entendemos que estas restrições não depreciaram o processo, mas sim o potencializaram. Consideramos que a verticalização na direção de uma solução garante a constância dos conceitos empregados (DELEUZE, 2011), permitindo, desta forma, que os aspectos subjetivos envolvidos operem conjuntamente com os aspectos objetivos: maximização do lucro e os aspectos matemáticos previamente estabelecidos. Mas o que aconteceria se um dos aspectos previamente estabelecidos: objetivos ou matemáticos fossem alterados? A função objetivo permaneceria a mesma? Os aspectos subjetivos agiriam da mesma forma perante a situação?

Como vimos no Excerto 7, a função objetivo construída não representa apenas uma significação matemática, mas sim foi engendrada sistematicamente partir de um objetivo claro e específico, apoiado no índice EAP de metas construtivas, que fomentaram o sentido no processo problemático. O diálogo que trazemos agora é temporalmente posterior à definição das premissas, envolveu o Aluno 2 e o professor. Quando o Aluno 2 diz: *"Pra distribuir a equipe e tal. Aí fizemos a restrição da equipe e a restrição da equipe conforme a obra"*, mostra objetivos distintos aos que nortearam o processo problemático e aos já expostos no Excerto 6, quando o mesmo Aluno 2 sugere a redução do número de trabalhadores com o intuito de minimizar o custo operacional. Na sequência, o professor profere a distinção à proposta do Aluno 2 e o aspecto objetivo delineado anteriormente: *"Mas por exemplo essa aqui é a função minimizar custo, então tu tem... minimizar custo, mas não era maximizar o valor das obras?"*. Frente aos aspectos objetivos do problema, a proposta de minimizar o custo não faria sentido, pois interferiria em outros aspectos, como, por exemplo, na redução da mão de obra.

A proposta do Aluno 2 não recai na dicotomia de certo ou errado ou de verdadeiro ou falso, mas sim a de redirecionar o vetor solução adentro as multiplicidades inerentes ao processo. Neste contexto, assumindo este aspecto objetivo como válido, em detrimento à maximização dos lucros, faltaria apenas delimitar os aspectos subjetivos do problema, para, assim, haver a triangulação dos aspectos. Todavia, o professor adverte sobre a falta do Aluno 1, proponente do problema: *"Falta o 42 [Aluno 1], [...] Porque tem que ver como isso é cobrado [...]"*, em uma clara referência de que os aspectos subjetivos são influenciados diretamente pelo referido aluno. Nesta conjuntura, o sentido também não deixa de existir, apenas assume caminhos distintos, referenciando outros aspectos que, em contextos distintos podem aludir a outros problemas. Como, para o recorte que assumimos, o sentido é relacionado diretamente ao problema, a ausência do propositor, para a validação dos significados, enfraquece o sentido. O problema, então, assume sua forma múltipla novamente,

condicionada, nesse caso, pelos significados matemáticos que podem assumir, mas não necessariamente podem fazer sentido ao problema. Deleuze (2011) cita que uma condição "[...] sem significação [...] não pode ser verdadeiro nem falso" (DELEUZE, 2011), pois não faz parte deste processo problemático. Esta significação, ao nosso entender, pode ser caracterizada pelos aspectos empregados: objetivos, subjetivos e matemáticos e, no momento em que um destes aspectos é alterado, os outros dois são influenciados e redirecionados, convergindo para uma outra determinação do problema.

Se os proponentes do problema tivessem considerado a minimização dos custos como um dos objetivos do processo problemático, a função objetivo seria alterada, pois aludiria a outros aspectos, como advertiu o professor em dado momento: "*a função objetivo tem que ser uma só: ou custos, ou lucros, ou tempos*", havendo, assim, o redirecionamento do vetor solução para contemplar os objetivos traçados. O sentido, nestes casos, não deixaria de existir, pois ele insiste e subsiste na proposição (DELEUZE, 2011), apenas remeterá a outros problemas e a outras situações problemáticas.

5.1.10 Excerto 10: quando o significado se torna frágil

A1: (20'04") *Bom, a chance da gente mudar o trabalho é agora, o trabalho ali que eu propus é extremamente complexo.*

A2: (20'12") *Vamos avaliar, o que é que você propôs que eu não prestei muita atenção.*

A3: (20'14") *Tá mas se a gente terminar muito rápido ele [professor] vai mandar a gente fazer outro [problema].*

A1: (20'19") *Como eu trabalho com uma montadora, a empresa visa, basicamente, resultado financeiro... só que o setor que eu trabalho é o planejamento, por mim passa a medição que a gente constrói, eu construo e a refinaria paga o que eu construo... só que nem sempre eu consigo construir o que a refinaria paga melhor, então tem, aí que começa o problema. Por exemplo, se eu observar agora eu tenho várias interferências, várias coisas que não permitem que, por exemplo, colocar painéis na base é o que mais dá dinheiro, só que eu tenho uma interferência com a subestação, que a civil não terminou, o painel não chegou, o documento não tá liberado para a execução, eu vou precisar de um recurso daqui a pouco com as outras disciplinas, o meu, a quantidade de recurso que eu tenho não é..., eu não posso botar gente pra montar todos os itens, por exemplo, então a ideia é mix mesmo, a ideia é mostrar assim, neste momento você pode fazer tal coisa, montar eletroduto. O bom é que são seis itens... então o que acontece... se eu conseguisse uma fórmula, ou estruturar o problema, criar um problema matemático, estruturar para que eu possa utilizar isso em outras obras, que a minha [obra] agora já tá em um avanço, que isso eu até conseguiria fazer funcionar, ficaria interessante mas isso não seria o ideal porque minha obra já tá num nível elevado. Mas se eu pudesse desenvolver isso seria... Qual é a ideia: de eu pegar os itens que tenho pra medir, instrumentos, cabo, eletroduto, eletrocalha, painéis, tubing... só.*

A2: (22' 43") *Montagem... toda sequência de montagem...*

A1: (22' 48") A primeira coisa que eu tenho, um banco de dados, de materiais, ou seja, o que eu tenho em casa, então isso vai gerar um indicador pra eu dizer, que teria que ser um indicador percentual, olha só Rodrigo [professor].

O excerto em questão permeia a explanação realizada pelo Aluno 1, no Excerto 1, enquanto da apresentação inicial do problema e envolve a interação de três alunos envolvidos. Na fala do Aluno 1, como apresentado anteriormente, foram identificados, mesmo que inicialmente, os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos. Os aspectos objetivos envolvem ações construtivas, como a colocação de painéis. Já os aspectos subjetivos, decalcados em desejo e crença, aparecem na expectativa do Aluno 1 em conseguir uma fórmula matemática e que esta tenha a potencialidade de conduzir os desdobramentos matemáticos. Por fim, os aspectos matemáticos aparecem, de forma superficial, embutidos nos aspectos subjetivos outrora citados.

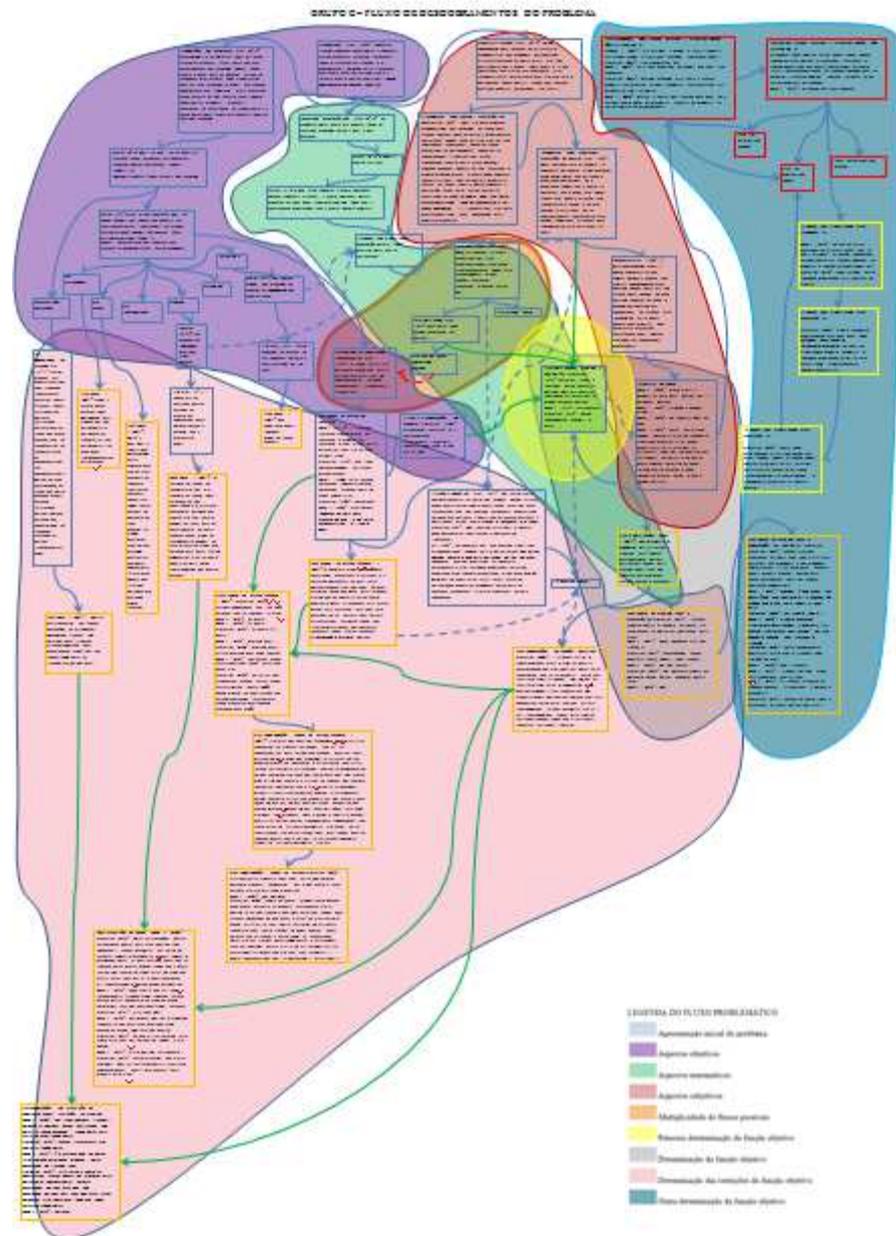
Os aspectos objetivos são detalhados com certa apuração, pois se constituem como o desenrolar do processo atual de construção. Os aspectos subjetivos, no momento, vão ao encontro ao proposto pela disciplina de PO, que é a utilização da matemática para obtenção de uma função, ou modelo, que solucione o problema. A matemática, neste contexto inicial, destoa da concepção dos alunos, pois apesar de saberem que o foco é a obtenção do modelo, não é apresentado um encaminhamento aprofundado para que isto ocorra. Neste princípio, a triangulação proposta anteriormente se apresenta fragilizada, pois as proposições permeiam uma circularidade, não avançando para desdobramento algum, fruto da restrição conceitual referente à matemática. Frente ao problema, as apresentações do Aluno 1 fazem sentido. Aqui, o problema é apresentado e, frente ao Aluno 1, tudo faz sentido, pois é multiplicidade. Entretanto, as significações, que associamos aos conceitos, em particular, ao conceito matemático, essas sim são frágeis, pois é preciso que o problema saia do nível de multiplicidade em direção a uma determinação. Essa determinação deve fazer sentido para o problema, mas, ao mesmo tempo, poder ser "apreendida" pela matemática. E, como não há proposições em direção a uma função objetivo, não há como os acontecimentos do processo problemático aludirem ao problema, permanecendo obscuras na imanência da situação.

Nestas circunstâncias, como os alunos não demonstraram deter o conhecimento matemático para prosseguir com a solução do problema, recorreram ao professor com o intuito de que, como propositor da utilização da matemática, os orientasse. Quando o aluno 1 diz: *"A primeira coisa que eu tenho, um banco de dados, de materiais, ou seja, o que eu tenho em casa, então isso vai gerar um indicador pra eu dizer, que teria que ser um indicador*

percentual, olha só Rodrigo [professor]", mostra a expectativa de que o professor daria alguma significação matemática às informações fornecidas pelos indicadores, fortalecendo este aspecto e fomentando o sentido, visto que este necessita de proposições para se perfazer.

No Excerto 1, apresentamos o fluxograma (Figura 2) que mostra os desdobramentos do problema adentro a problemática proposta pelo grupo C. Inicialmente procuramos destacar os aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos inerentes ao processo, com o intuito de analisá-los embasados nos aportes teóricos apresentados: Saviani (1996) e Deleuze (1988; 2011). Contudo, no desenrolar do processo, os três aspectos, outrora citados, se imbricaram de forma que estes não foram suficientes para prosseguirmos as análises, logo outros aspectos se mostraram pertinentes de serem considerados, discutidos nos excertos anteriores. Assim, apresentamos novamente o fluxograma proposto inicialmente, com o destaque para os aspectos analisados (Figura 6).

Figura 6 - Análise dos aspectos transformativos do problema



Fonte: a pesquisa

O imbricamento dos aspectos objetivos, subjetivos e matemáticos culminou com a primeira determinação da função objetivo, discutida no Excerto 2. Devido a certa estabilidade promovida por esta determinação, as proposições seguintes aludiram, na maioria das vezes, aos aspectos inicialmente propostos, em direção da determinação da função objetivo e das restrições do problema, Excertos 7 e 8, respectivamente. No momento em que as proposições apresentarem-se distintas previamente definidas, Excertos 6 e 9, o propositor do problema não estava presente, possibilitando a instabilidade destas proposições adentro a multiplicidade do processo problemático. Por fim, quando o professor não se fez presente, a significação matemática não teve fundamentação por parte dos alunos.

Na sequência, analisaremos os mesmos aspectos citados anteriormente, com o intuito de buscar elucidações frente à pergunta diretriz da pesquisa.

5.2 METANÁLISE: BUSCA POR SENTIDO FRENTE À PERGUNTA DIRETRIZ DE PESQUISA

Se, em um primeiro momento, avançamos buscando sentido para a produção dos modelos matemáticos frente aos problemas trazidos pelos alunos, nesse segundo momento fazemos uma metanálise ou, na visão de Deleuze (2011), nos envolvemos em outra série, que engloba a problemática de pesquisa e o sentido que as análises têm na busca por respostas às inquietações diretrizes da dissertação.

Nesse contexto, temos como principal objetivo compreender o processo de determinação do problema, inspirado visão de Deleuze (1988), que associa o processo de determinação do problema com seu processo de solução e não confunde o problema com a proposição que a ele se refere. Cabe salientar que o problema, cerne da pesquisa, não é desvinculado de sua associação com a MM, entendida aqui como um processo dinâmico e pedagógico de construção de modelos associados à ideias matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão da realidade (DALLA VECCHIA, 2012, p. 218). Vista desse modo, a MM decalca toda sua atenção, não para o modelo em si, mas para seu próprio processo, que tem como finalidade maior encaminhar uma situação problemática.

Assumindo essa perspectiva, entendemos que visões como as de Deleuze (1988; 2011) podem contribuir para o entendimento da construção dos modelos, principalmente nos casos em que nenhum dos envolvidos conhece de antemão os caminhos a serem desenvolvidos na busca por soluções. Essa contribuição se dá, pois Deleuze (1988) traz como principal característica a discussão da diferença. Mas essa constituição do novo, em sua visão, está diretamente associada com aquilo que não muda, isto é, aquilo que se repete, formando uma intrigante relação complementar e ao mesmo indissociável entre diferença e repetição. Ao observar a construção de um modelo buscamos essa compreensão, procurando desvelar o que se repete e o que se diferencia por meio dos desdobramentos ocorridos pelas manifestações dos presentes que vão determinando o problema, ao mesmo tempo que o resolvendo.

Observamos, na seção anterior, que esse processo de determinação pode ser decalcado sobre três aspectos principais: o sentido, o significado e os desejos/crenças. O sentido, associamos diretamente com o problema: a proposição só tem sentido quando avaliada em relação ao problema a que se refere. Já o significado, por ter uma direção direta com o

conceito e com a logicidade, foi associado aos conceitos matemáticos. Por último, os desejos e crenças foram associados a outro aspecto do problema, dado pela subjetividade que, na visão de Saviani (1996), pode ser associado à necessidade. Vimos que, inicialmente, esses aspectos podem até ser observados de modo dissociados, mas que, com o avanço do problema, se entrelaçam de forma mais consistente.

Esta consistência foi constituída pela convergência dos aspectos anteriormente citados: objetivos, subjetivos e matemáticos e seus entrelaçamentos com o sentido e o significado, outrora discutidos no Excerto 7, fruto da constância dos conceitos empregados (DELEUZE, 2011). A constância dos conceitos não faz referência apenas à simbologia e à significação matemática, mas também aos aspectos objetivos e subjetivos, que por vezes se mostraram fragilizados. A fragilidade destes aspectos foi proferida nos Excertos 9 e 10 enquanto da ausência do Aluno 1 e do professor, respectivamente. O Aluno 1, propositor do problema, inicialmente, no Excerto 1, enuncia o aspecto objetivo principal: o retorno financeiro, traduzido posteriormente para maximização da receita. Já o professor, confere o aporte teórico referente à significação matemática, proposta alusiva à PO constante nas ementas da disciplina. As ausências conferidas em momentos distintos não permitiram que os desdobramentos referentes ao processo problemático transcorressem de forma harmônica, impedindo que o sentido se relacionasse com a problemática.

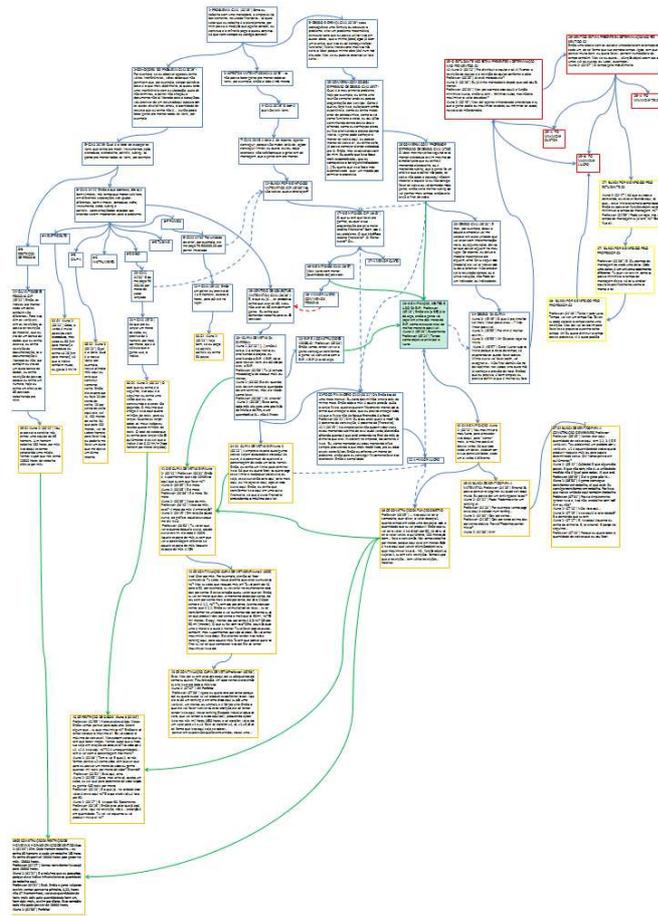
O significado, associado ao conceito e aos aspectos lógicos das proposições (DELEUZE, 2011), assume um papel fundamental ao longo do processo de Modelagem Matemática, uma vez que o associamos (no sentido de fazer um recorte) aos conceitos matemáticos. O problema, como vimos, pode ser expresso de uma multiplicidade de modos. Entretanto, para poder ser apreendido pela matemática, a determinação deve estar carregada de significações matemáticas. É este o caso que ocorreu no Excerto 2, na seção anterior, quando o problema foi expresso em termos que poderiam ser abarcados pelos conceitos matemáticos. Desse modo, pode-se dizer que, ao se fazer MM, a determinação do problema é fortemente condicionada pelos conceitos matemáticos, num processo que, baseados em Deleuze (2011), chamamos de significação.

Essa significação, nos casos investigados, procurou abranger aspectos específicos da matemática. Não se tratava de qualquer significação matemática. Por este processo estar associado a uma disciplina, havia um desejo, que se mostrava de modo implícito, em usar os conceitos matemáticos já conhecidos. Assim, consideramos que, ao menos nos casos investigados, a significação esteve associada ao processo de reconhecimento. Não houve a apresentação do novo, no que diz respeito aos conceitos matemáticos. Eles, frente ao

problema, não foram afetados, mas simplesmente usados, limitando a determinação e, ao mesmo tempo, possibilitando um modo de solução.

Por outro lado, a significação das determinações não foi somente condicionada pela matemática. Havia a necessidade (e, em nossa visão, sempre deveria haver) dessas significações, observadas por meio das manifestações tanto de professores quanto de alunos, fazerem sentido para o problema. Enquanto que, nas significações, o professor assumia um papel mais participativo, a validação dessas significações ficava quase que restrita ao aluno proponente do problema, que o vivenciava todos os dias e assumia o papel de dar sentido às significações feitas. Desse modo, temos, de um lado, as significações, que buscam uma determinação do problema limitada ao campo da matemática, orientada por um processo de reconhecimento, e, de outro, o sentido, que se faz valer das condições objetivas do problema e que orienta as múltiplas direções que os fluxos de desdobramentos do problema assume. É levando em consideração este aspecto que Deleuze (1988, p. 256) diz "[...] Mas, precisamente, gerais ou particulares, as proposições só encontram sentido no problema subjacente que as inspira". Particularmente, entendemos que o novo, isto é, aquilo que se difere, nos casos apresentados, não está na matemática que foi exposta, mas sim na associação da mesma com a situação problemática, que foi orientada em seu processo de determinação pelo sentido. Na Figura 7, segue o fluxograma completo dos desdobramentos do problema:

Figura 7 - Desdobramentos do processo problemático



Fonte: a pesquisa

Trazemos novamente o fluxograma completo dos desdobramentos do problema (apresentado de forma ampla no anexo J) afim de mostrarmos que o processo, como um todo, inicia com o sentido se mostrando múltiplo, em função de sua intrínseca relação com o problema, que, por natureza, é virtual não se subordinando à proposição. O papel do professor a partir desse momento é buscar significações para o que está sendo exposto, orientando o processo na busca por uma proposição que faça sentido para o problema e, ao mesmo tempo, tenha significado matemático. Esse é o desafio da MM. Esse processo tem como início um peso maior para o sentido, com a participação do professor fazendo pender para o significado. A partir da determinação da FO há uma espécie de equilíbrio, tendendo com o passar do tempo que nas manifestações seja difícil separar sentido e significado.

Ao longo desse processo houve anomalias: quando o propositor do problema não esteve presente e quando o professor não esteve presente. O que ocorre em cada uma delas é que há a perda do "equilíbrio" no levantamento das proposições. Em ambas as situações, o

problema mostra sua essência virtual por meio das multiplicidades de caminhos. Quando falta o professor, as proposições são dotadas de sentido para o problema, retomando multiplicidades de opções, contudo, todas as opções tem sentido, mas nem todas elas podem ser apreendidas pela matemática. Quando falta o propositor e o professor está presente o peso vai para o lado do significado. As proposições têm significados para a matemática, mas muitas vezes não fazem sentido para o problema.

A partir disso, se retomarmos nossas inquietações, podemos dizer que o processo de determinação do problema foi por meio de desdobramentos que se mostram fluidos e orientados, em última instância, pelo sentido. O sentido, portanto, articula com o problema, tangenciando as suas potencialidades de atualização, e sua ligação é por meio das proposições, mesmo que carregadas de expectativas, vontades do interlocutor que, na especificidade da MM, as decalca também nas significações matemáticas. Cada proposição é carregada de sentido, que, conseqüentemente, desenvolve os problemas nas determinações subrepresentativas (DELEUZE, 1988). Porém, não há garantias que esta proposição determinará o problema, mas pode potencializar a multiplicidade de modos com os quais é expresso, podendo implicar, por conseguinte, em uma multiplicidade de soluções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscamos, com a presente pesquisa, mostrar como ocorre o processo de determinação do problema, no âmbito da Modelagem Matemática. Para tanto, discutimos o desmembramento do processo problemático em aspectos objetivos, aspectos subjetivos e aspectos matemáticos. Segundo Deleuze (1988), "Um problema não existe fora de suas soluções" (DELEUZE, 1988, p. 159). Todavia, o processo problemático é carregado de multiplicidades, constituindo-se de forma heterogênea (DELEUZE, 2011) e não podendo ser considerada como uma única série, mas sim em multisséries. Entendemos esta multisseriação pelo entrelaçamento dos três aspectos acima mencionados, pois as sucessivas proposições discutidas nos excertos, além de aludirem ao problema, tiveram um significado matemático. Essa ligação entre o problema e o significado foi proporcionada pelo sentido, condicionado pelo desejo e pela crença dos propositores de que a matemática, por meio da construção de um modelo, propiciasse soluções para a situação problemática apresentada.

A pesquisa foi iniciada buscando-se uma formatação para a pergunta norteadora deste processo. Após algumas reformulações, entendemos que *Como se dá o processo de transformação da determinação do problema em Modelagem Matemática ocorridos na disciplina de Pesquisa Operacional quando as situações investigadas partem das vivências dos estudantes?* englobaria nossas ambições de aprofundarmos as concepções de problema adentro a MM. Entendemos que a MM é definida sob diversas formas, não sobrepostas, mas sim complementares, todavia nos apoiamos na definição de Dalla Vecchia (2012, p.123) que diz ser "[...] um processo dinâmico e pedagógico de construção de modelos sustentados por ideias matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão abrangida pela realidade". Então, definida a problemática da pesquisa, fomos buscar outras investigações nacionais e internacionais que tratassem do referido tema. Encontramos diversas pesquisas próximas com a nossa proposta, contudo nenhuma tratava do aprofundamento do processo de transformação do problema na MM, se constituindo como um campo de pesquisa em potencial.

Neste contexto, fomos buscar, fora do âmbito da MM, perspectivas que aludissem ao problema e ao contexto problemático. Nos deparamos então com as definições de Demerval Saviani e Gilles Deleuze, que porventura se tornaram as principais referências deste trabalho. Saviani (1996) divide o problema em dois aspectos: um objetivo, que se refere ao objeto problemático; e um subjetivo, ligado à necessidade de solucionar a problemática em questão.

Já Deleuze (1998) defende a ulterioridade da determinação do problema, não confundindo-o com as proposições que o engendra, nem com a pergunta, tampouco com a dúvida.

Com relação às proposições, apresentamos que, de acordo com Deleuze (2011), podem se apresentar de três formas: designação, manifestação e significação. A designação é a representação do estado das coisas, uma relação entre a proposição e a exterioridade da representação. A manifestação é a relação entre o sujeito propositor e a proposição, podendo aqui ser influenciada pela subjetividade do sujeito. Já a significação é a relação entre os conceitos universais nas implicações propositivas, sendo que, no caso desta pesquisa, restringimos os conceitos aos conceitos matemáticos, afim de potencializar o processo e encaminhar as soluções. Entretanto, a complexidade do entrelaçamento das proposições é dada pelo sentido, proposto por Deleuze (2011), como uma quarta dimensão da proposição. Apesar do sentido ser incorpóreo, este não pode ser confundido com a proposição, nem com problema, nem com o significado, sendo o expresso destes (DELEUZE, 2011). O sentido, então, fomenta todo o processo problemático, atuando como uma fronteira entre o problema e o significado, potencializando o próprio acontecimento, traduzido pelas sucessivas proposições.

Nesse processo problemático, a determinação da função objetivo somente foi possível após a efetiva articulação entre o sentido, o significado e os desejos e crenças. O fluxo matemático influenciou diretamente a instauração do significado das determinações, sendo os aspectos subjetivos os validadores dos aspectos objetivos do problema. Todo este processo foi conduzido pelo desejo e crença, constituindo, segundo Saviani (1996), os aspectos subjetivos do problema. No início da análise das transcrições, os três aspectos citados são identificados de forma estanque, porém, no decorrer do processo, seu entrelaçamento dificultou sua categorização.

No processo de análise, constatamos que os envolvidos no processo influenciam diretamente no desdobramento da problemática. Os aspectos objetivos e subjetivos do problema sempre foram reforçados pelo seu propositor e, enquanto da sua ausência, os demais integrantes, juntamente com o professor, não demonstraram propriedade para seguir ou tomar novos rumos do processo. Já os aspectos matemáticos foram influenciados quando o professor não se fazia presente nas discussões, pois este sempre tencionava as decisões para a significação matemática. Entendemos que a alteração de um dos aspectos do problema não invalida o sentido expresso no processo problemático, mas sim redireciona o vetor solução para outra solução, considerando a multiplicidade de possibilidades. A relação entre os

aspectos objetivos, subjetivos e matemático é relativamente instável e qualquer alteração em um destes aspectos pode forçar o sentido a outros caminhos.

Em suma, focamos a análise nas especificidades da determinação do problema, mais precisamente como estas determinações fizeram sentido para o problema dos estudantes. Entretanto, percebemos que os dados indicaram outros aspectos que podem influenciar, apresentados principalmente pelas características subjetivas do problema. É nesse sentido que pretendemos avançar nossa pesquisa, buscando um entendimento acerca da determinação dos problemas e sua relação com o processo de Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática.

Para prosseguimento da pesquisa, entendemos que ainda existem lacunas a serem preenchidas acerca o entendimento do processo de Modelagem Matemática. A própria definição Deleuziana sobre problema não permite que sua determinação se confunda com sua solução, diferindo-se por sua natureza e sendo sua determinação como "[...] a gênese da solução concomitante" (DELEUZE, 1988, p.159), procuraremos nos aprofundar no conceito de gênese do referido autor, buscando aspectos que podem influenciá-la e engendrá-la na imanência do pensamento.

Dado o aspecto, que relaciona a compreensão do problema à sua solução, apresenta-se a relevância de um aprofundamento nos estudos relacionados à própria determinação do problema, buscando compreender como a mesma ocorre para, com isso, potencializar o processo de MM, principalmente quando as situações investigadas são abertas, não se conhecendo, *a priori*, nenhuma solução. Desse modo, visamos a uma ampliação dessas perspectivas, buscando uma conexão com problemas que se atualizam no campo empresarial e podem ser tratados sob a perspectiva da MM.

Buscando ampliar nosso entendimento acerca o processo problemático, entendemos que o estudo da gênese pode ampliar as discussões sobre MM, no âmbito da Educação Matemática, trazidas na dissertação. A gênese, segundo Deleuze (1988), está atrelada ao conceito da Diferença, não refletida no pré-determinado, no já existente, mas sim na criação, no novo. Gallo (2013) incita que a Educação e a criação devem estar imbricadas de tal modo a validar o processo educativo. Entendemos que a criação pode estar ligada com o processo problemático, juntamente com o contexto dos envolvidos e as limitações que a situação fornece. Já os conceitos matemáticos envolvidos, servem de aporte para os desmembramentos problemáticos, constituindo-se como

[...] dispositivos, agenciamentos, intercessores para pensar nos problemas educacionais, dispositivos para produzir diferenças e diferenciações no plano

educacional, [...], como abertura de possibilidades, incitação, incentivo à criação. (GALLO, 2013, p.54)

A multiplicidade do processo problemático (DELEUZE, 1988, 2011) se comporta de forma rizomática, pois se dispõe de forma metamórfica e cambiável, não permitindo seu enrijecimento enquanto processo educativo.

Outro aspecto que pode ser passível de aprofundamento do nosso estudo está relacionado à subjetividade. Procuraremos ampliar as ideias de Saviani (1996) e Deleuze (1988, 2011). O primeiro autor remete à necessidade constituída por cada indivíduo para realização de determinada tarefa. Já o segundo autor divide o conceito em dois: desejo e crença. Neste contexto, buscaremos relações entre a subjetividade e a gênese do pensamento, pois, segundo Deleuze, "[...] os problemas são as próprias Ideias" (DELEUZE, 1988, p.158), em uma clara relação entre Ideia e a gênese do elemento problemático, ou, ainda, do processo problemático, desmembrado nesta dissertação apenas pelos acontecimentos, mas carente de aprofundamento.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ARAÚJO, J. L. Relação entre matemática e realidade em algumas perspectivas de Modelagem Matemática na Educação Matemática. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: Pesquisas e Práticas Educacionais**. Recife: Sbem, v. III, 2007. p. 33-48.
- ARAÚJO, J. L. Ser Crítico em Projeto de Modelagem em uma Perspectiva Crítica de Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, p. 67-88, 2012.
- BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: Pesquisa e Práticas Educacionais**. Recife: Sbem, v. III, 2007. p. 161-178.
- BICUDO, M. A. V.; ROSA, M. **Realidade e Cibermundo**. Canoas: Ulbra, 2010.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Lisboa: Porto, 1994.
- BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. **A modelagem matemática e relações com aprendizagem significativa**. Curitiba: CRV, 2012.
- BURAK, D.; KLÜBER, T. E. **Modelagem Matemática: uma experiência concreta**. IV Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática. Feira de Santana: Anais. 2005.
- BURAK, D.; KLÜBER, T. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica: uma trajetória**. IX ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática. Belo Horizonte: Anais. 2007a. p. 1-19.
- BURAK, D.; KLÜBER, T. E. **Modelagem Matemática: Pontos que justificam sua utilização**. IX ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática. Belo Horizonte: Anais. 2007b.
- CIFUENTES, J. C.; NEGRELLI, L. G. Modelagem Matemática e o método axiomático. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: Pesquisas e Práticas Educacionais**. Recife: Sbem, v. III, 2007. p. 63-80.
- CIFUENTES, J. C.; NEGRELLI, L. G. Uma interpretação Epistemológica do Processo de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, p. 19-44, 2012.
- DALLA VECCHIA, R. **A Modelagem Matemática e a realidade no mundo cibernético**. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 2012.

- DALLA VECCHIA, R.; MALTEMPI, M. V. Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: a realidade do mundo cibernético como um vetor de virtualização. **Bolema**, v. 26, 2012.
- DELEUZE, G. **Diferença e Repetição**. São Paulo: Graal, 1988.
- DELEUZE, G. **Lógica do Sentido**. 4ª Edição. ed. São Paulo: Perspectiva S/A, 2011.
- DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **Mil Platôs**. 2ª Edição. ed. São Paulo: 34, v. I, 2011.
- ECHEVERRÍA, M. P. P. A Solução de Problemas em Matemática. In: POZO, J. I. **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- GAMBOA, S. S. **Pesquisa em educação: métodos e epistemologias**. 2ª Edição. ed. Chapecó: Argos, 2012.
- GALLO, S. **Deleuze e a Educação**. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.
- GREEFRATH, G. Analysis of Modeling Problem Solutions with Methods of Problem Solving. In: LESH, R., et al. **Modeling Students' Mathematical Modeling Competences**. New York: U.S.A: Springer, 2010.
- HOJGAARD, T. Communication: The Essential Difference Between Mathematical Modeling ad Problem Solving. In: LESH, R., et al. **Modeling Students' Mathematical Modeling Competences**. New York: U.S.A: Springer, 2010.
- LOPES, E. S. A realidade do virtual. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 11, p. 96-112, Junho 2005.
- MALHEIROS, A. P. S. **Educação Matemática Online: a elaboração de projetos de Modelagem**. Rio Claro: UNESP, 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2008.
- MALHEIROS, A. P. S. Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, p. 89-110, 2012.
- MOREIRA, D. A. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. São Paulo: Thomson Learning, 2010.
- POZO, J. I.; ECHEVERRÍA, M. P. P. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- RAMOS, A. Metodologia da Pesquisa Científica: **Como uma monografia pode abrir o horizonte do conhecimento**. São Paulo: Atlas, 2009.
- SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. 11ª Edição. ed. Autores Associados: Campinas, 1996.
- ZAWOJEWSKY, J. Ploblem Solving Versus Modeling. In: LESH, R., et al. **Modeling Students' Mathematical Modeling Competences**. New York: U.S.A: Springer, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Grupo C: Transcrição da aula do dia 11/04/2013

Aluno 1: (06'37") O problema que eu tenho é que a gente tem que conciliar, eu trabalho em uma construtora e eu tenho que conciliar a produção com o retorno financeiro que essa produção dá. Nem sempre o que eu estou produzindo é o mais lucrativo, mas na oportunidade, no momento é o que eu posso fazer, entende? As vezes eu tenho coisas que eu não posso montar, por questão de... ou porque a demanda é prioritária ou não prioritária, por questão de logística, por espaço...

Professor: (07'31") No teu caso, qual seria o mix de produção para que eu melhore meu retorno financeiro ou qual deveria ser esse mix?

Aluno 1: (07'41") Na verdade, na minha área o que a gente produz são seis ou sete itens que eu tenho que monitorar e a gente fica tentando, eu fico tentando sempre o maior retorno, só que eu não posso lançar cabo se eu não construir a eletrocalha. Só que o valor do cabo lançado é muito maior do que o metro da eletrocalha. Algumas coisas são paralelas, então eu queria... cabo eu não posso lançar antes de eletrocalha, mas eletroduto eu posso montar junto com eletrocalha. Eletroduto é mais rentável. Eu tenho estoque de eletroduto e não tenho estoque de eletrocalha.

Professor: (08'23") O que tu precisa é, seu objetivo vai ser: criar um sistema que decida o que produzir.

Aluno 1: (08'33") É. Tenho uma tabela, eu posso puxar uma tabela de almoxarifado e me dizer qual o volume do estoque no momento, para ver todos esses itens. Eu sei que todos os itens são tabelados inclusive com esses valores, só que na hora de decidir o que é para produzir, se deixar para a produção, os caras aceleram, saem pintando, pregando... não entregam nada. Fica aquela loucura. Tem que estar sempre procurando, seguido eu tenho lá, montar eletrocalha no trecho tal, daí não tem parafuso.

Professor: (09'09") É um bom problema. Acho que tu vai chegar em uma complexidade grande, a escolha de um "mix de produtos". Não só mix, pois eles envolvem um sequenciamento, enfim, os trabalhos de sequenciamento são bastante interessantes. Saem do contexto linear, provavelmente a gente vai... acho legal, a gente fez dois desses problemas semestre passado e os dois vão sair artigos bem interessantes. Só que os dois extrapolaram um semestre, a gente vai começar a fazer isso agora... a gente vai equacionar e pode ser que não vai servir para essa tua obra, mas vai servir para todas suas futuras obras. Gente! Mais problemas, só faltam 18.

APÊNDICE B - Grupo C: Transcrição da aula do dia 18/04/2013

Aluno 1: (20'04") Bom, a chance da gente mudar o trabalho é agora, o trabalho ali que eu propus é extremamente complexo.

Aluno 2: (20'12") Vamos avaliar, o que é que você propôs que eu não prestei muita atenção.

Aluno 3: (20'14") Tá mas se a gente terminar muito rápido ele [professor] vai mandar a gente fazer outro [problema].

Aluno 1: (20'19") Como eu trabalho com uma montadora, a empresa visa, basicamente, resultado financeiro... só que o setor que eu trabalho é o planejamento, por mim passa a medição que a gente constrói, eu construo e a refinaria paga o que eu construo... só que nem sempre eu consigo construir o que a refinaria paga melhor, então tem, aí que começa o problema. Por exemplo, se eu observar agora eu tenho várias interferências, várias coisas que não permitem que, por exemplo, colocar painéis na base é o que mais dá dinheiro, só que eu tenho uma interferência com a subestação, que a civil não terminou, o painel não chegou, o documento não tá liberado para a execução, eu vou precisar de um recurso daqui a pouco com as outras disciplinas, o meu, a quantidade de recurso que eu tenho não é..., eu não posso botar gente pra montar todos os itens, por exemplo, então a ideia é mix mesmo, a ideia é mostrar assim, neste momento você pode fazer tal coisa, montar eletroduto. O bom é que são seis itens... então o que acontece... se eu conseguisse uma fórmula, ou estruturar o problema, criar um problema matemático, estruturar para que eu possa utilizar isso em outras obras, que a minha [obra] agora já tá em um avanço, que isso eu até conseguiria fazer funcionar, ficaria interessante mas isso não seria o ideal porque minha obra já tá num nível elevado. Mas se eu pudesse desenvolver isso seria... Qual é a ideia: de eu pegar os itens que tenho pra medir, instrumentos, cabo, eletroduto, eletrocalha, painéis, tubing... só.

Aluno 2: (22' 43") Montagem... toda sequência de montagem...

Aluno 1: (22' 48") A primeira coisa que eu tenho, um banco de dados, de materiais, ou seja, o que eu tenho em casa, então isso vai gerar um indicador pra eu dizer, que teria que ser um indicador percentual, olha só Rodrigo [professor].

Professor: (23'09") Vocês já estão com o problema bem definido né, por isso que eu sentei aqui.

Aluno 1: (23'16") A ideia é, de repente, a gente conseguir, porque são muitas variáveis, a gente conseguir limitar, eu quero, eu vou, o que acontece, são seis itens que a gente tem de montagem, que a gente tem pra montar...

Professor: (23'32") Tu tens um papel aí pra eu poder me organizar? Um papel lápis?

Aluno 1: (24'11") Então o que acontece, olha só, é bem simples, nós temos que montar seis itens, em diferentes separações, seis grupos diferentes, bem simples, eletroduto, calha, instrumento, cabo, tubing e painéis.

Professor: (24'30") Tá! Seis coisas diferentes.

Aluno 1: (24'32") Seis coisas que eu tenho pra montar. Só que essas seis coisas, primeiro, as seis têm um custo diferente, pagam por metro, por unidade, diferente, pra diferenciar. Pra uns é metro, outros é peça, as unidades mudam. Pro unidade de painel, por exemplo, ele me paga R\$ 600000,00 por painel instalado, e ele me paga R\$ 200,00 por metro de cabo lançado, então são coisas bem diferentes.

Professor: (25'06") Mas são coisas que se entrelaçam?

Aluno 1: (25'07") Sim!

Aluno 2: (25'08") O painel vai ter cabos, vai ter tubing, vai ter ligações...

Aluno 1: (25'12") Então olha só, eu tenho valores diferentes pra unidades diferentes, e a forma de como eu monto isso ou a quantidade de pessoas pra eu lançar cabo é diferente da quantidade de pessoas pra montar um painel. Então um painel eu preciso de 4 a 5 homens, durante 8 horas, para pôr ele no lugar. Só que pra eu lançar um metro de cabo, eu preciso de 2 homens por hora, por metro, que é o cálculo que a gente usa, o índice. Então, os índices pra montar cada um deles também são diferentes. Fora isso, têm as variáveis, têm as restrições, eu posso ter restrição de material, que eu tiro de um banco de dados que eu tenho acesso, eu tenho restrição de documentação, se a documentação é liberada ou não, que também eu tiro de um outro banco de dados, eu tenho restrição de pessoas, porque eu tenho um número, hoje eu tenho um efetivo de 85 pessoas trabalhando pra mim, 85 pessoas, então eu não posso colocar todas as pessoas em todas as funções que não vai, não vão fazer.

Professor: (26'14") Não tem como...

Aluno 1: (26'15") E fora isso, eu tenho os locais na área, porque as vezes o cara tá pintando, eu não posso montar painel, mas eu posso lançar cabo, então eu tenho, eu posso organizar a logística do trabalho. Então, a gente, eu consigo ficar te dando mais coisas, mais restrições, mas eu acho que a gente já tá num número razoável de restrições.

Professor: (26'43") Não! É pra entender o problema. Claro! A gente vai pensar.

Aluno 1: (26'47") Qual é o meu primeiro problema, hoje por exemplo, eu tenho uma reunião semanal onde eu passo a programação dos serviços. Como é que eu faço isso, eu faço com a minha experiência, como eu tenho muitos anos de petroquímica, como eu sei como funciona a coisa, eu vou lá, fico caminhando dentro dessa área e olhando, como eu conheço a

planta, eu fico analisando o projeto o tempo inteiro. A gente pode começar a montar tal coisa aqui, eu posso a montar tal coisa ali, eu tenho calha, já posso começar a lançar cabo daqui pra lá. Então, mas essas coisas saem de mim. Eu queria que isso fosse mais automatizado, que eu começasse a ter alguns indicadores. Olha! A calha eu tenho tanto por cento, tal e tal coisa, esse tipo de coisa.

Aluno 2: (27'32") Algum tipo de controle.

Aluno 4: (27'34") Quanto tu estava desenvolvendo o projeto tem algum acompanhamento?

Aluno 1: (27'38") O ideal mesmo seria o seguinte: se eu montar eletroduto assim mesmo, que o maior lucro que eu tenho é montando eletrocalha, ou é montando tubing, que a gente fez um análise que o painel não pode, tal coisa não pode e esse aqui não tem material e aquele lá eu não consigo fazer tal coisa ou vai demandar muita gente, então seria melhor tubing que vai ganhar mais tempo, então seria esse o final da coisa.

Professor: (28'02") O que tu tem que fazer pra ganhar, ou qual a tua programação pra ter o maior retorno financeiro? Bom, esse é teu problema, O que significa o retorno financeiro? O menor custo? Ou... eu estou pensando, tu trabalha...

Aluno 2: (28'27") Mais lucro com menor [quantidade de] pessoas.

Aluno 1: (28'28") É, o que eu já..., as pessoas eu tenho que usar as 85, se eu não usar as 85 eles demitem gente. Eu tenho que demandar trabalho para as 85 pessoas. A demanda de trabalho, por exemplo, agora, eu estou com 12 painéis que a refinaria liberou para eu poder montar.. Cara! Dane-se que tem que terminar ali pra eu montar lá, não, nós vamos montar os 12 painéis, que dão quase R\$ 4000000,00 os painéis. Então eu não vou mexer com outras unidades, mas isso eu estou fazendo porque eu estou vendo no campo, eu não tenho nada. Se chega um gerente perguntando de onde eu tirei essa informação, eu vou dizer: Cara! Eu estava analisando o desenho, estava analisando o projeto, estava andando na área e vi que tinha essa oportunidade, mas matematicamente, eu não tenho nada, isso [informação] é muito do meu sentimento. Entende?

Aluno 2: (29'17") Claro, até porque a tua função é feita por quem tem mais experiência em petroquímica mesmo, não pode ser feita por alguém novo.

Aluno 1: (29'20") É mas, por exemplo, daqui a pouco a empresa vai me colocar em outra unidade que vai estar com implementação nova, ou alguma coisa, daí vou ter que deixar alguém no meu lugar, De repente, eu deixo o modelo matemático pra alguém, olha! Se tu seguir esse [modelo] ele vai te indicar onde tu deve priorizar. Não precisar ser o resultado correto, ou a única solução, não. Pode ser um indicador, ou indicadores.

Professor: (29'44") Entendi. Bom. Vai dar um bom problema.

Aluno 1: (29'49") Não sei se é um bom problema. De repente a gente pode mudar...

Professor: (29'51") Mas não existe mau problema!

Aluno 1: (29'44") A gente pode tentar outra coisa se o grupo achar. Isso pra mim seria, o que tu [professor] falou muito em coisas reais...

Professor (30'02") E tem que ser. Se não tiver significado pra nenhum de vocês, a gente não faz, sabe? Tem que ser algo que valha a pena e assim, tem todo esse potencial porque, esse feeling, esse "é muito por mim", imagina quando a gente matematizar esse teu feeling, quanta coisa importante tu pode colocar pra empresa, tu vai ter o teu software, aquele que vai ter os indicadores que tu achar importante. Agora, pra fazer isso aqui... informações, essas informações a gente vai ter que trazer o máximo possível delas e assim, todas as informações possíveis e, no meu caso, para eu poder ajudar vocês, eu tenho que imaginar como isso acontece, por exemplo, como é o teu dia, o que significa isso, eu tenho, pelo o que vocês disseram aqui, eu tenho, eu quero fazer uma programação de serviço que gere o maior lucro possível. Mas quais são esses serviços todos, como é que eles chegam, devem chegar vários, como é que eu sei tudo o que eu quero fazer, qual é o meu espaço normal e como é que tu toma essas decisões.

Aluno 1: (31'27") Ok. Nós temos um negócio que se chama QAP, Questão Analítica de Projeto, ele é fragmentado nestas disciplinas, porque esses itens que eu te falei são tudo o que eu tenho pra fazer, só que em quantidades absurdas.

Professor: (31'40") Isso a gente deixa para mais [adiante].

Aluno 1: (31'41") Cabo são 100 quilômetros, 104 quilômetros.

Aluno 2: (31'42") Isto é especificamente instrumentação na parte de montagem.

Aluno 1: (31'44") Só instrumentação.

Aluno 2: (31'45") Depois tem quali[dade]...

Aluno 1: (31'47") Não vai entrar nem condicionamento, nada disso, só físico.

Professor (31'50") E tem assim pré-requisitos de uma coisa pra outra? Por exemplo assim...

Aluno 2: (31'52") Tu não pode pintar se o painel não estiver lá.

Professor (31'58") Sim!

Aluno 4: (31'59") Tu não pode lançar calha se não tiver calha.

Aluno 2: (32'00") Tu não pode lançar tubing e a cabo se não tiver calha.

Professor: (32'03") Pois é. E isso é... não é só, vamos colocar eles aqui, não! Eu preciso saber o que é pré-requisito para o outro.

Aluno 1: (32'13") A pressão em cima de mim é tão grande, que o seguinte, eu não posso deixar as pessoas pararem lá no campo e eu não posso falar... eu não posso, de repente, gastar fora de pessoal ou, então, de suporte. Daí então chega as caixas de passagem, que também o dinheiro delas instaladas é muito bom, ou chegam painéis, e eu não vi, eu me esqueci de prever. Pô! tu não viu a estrutura de painéis, tem toda uma estrutura de painéis, os cara vão ficar ali e vão ficar dentro de uma sala guardado porque tu não viu que tinha uma estrutura pra montar, então é tenso, é o tempo inteiro eu analisando o projeto, eu analisando o QAP. A QAP, ela se para nesses itens aí e dá valor pra eles, a QAP.

Professor: (32'58") Tu já tem uma metodologia de ataque mais ou menos.

Aluno 1: (33'00) Ela diz quando eles devem começar, quando eles devem terminar, mas ele não diz como fazer.

Professor: (33'08") Ah, entendi!

Aluno 1: (33'09") Essa curva, todo mês ela gera uma previsão de início e de fim, e um quantitativo lá... não é linear.

Professor: (33'20") Sim. Não tem problema.

Aluno 1: (33'21") Ok. Então isso dá uma meta mensal. Eu corro dois milhões e meio atrás da minha meta. Então todo o mês é aquela pressão, quão avanço físico, que eles querem fisicamente montar, que eu tenho que entregar a obra, que eu preciso entregar a obra, só que o físico não é o foco, o financeiro é o foco!

Professor (33'41") Sim. Eu estou atrás, qual é a meta? Não é por cento da construção, é por cento do [financeiro].

Aluno 1 (33'45") Na empresa eles não querem sabe se eu estou montando tubinho de azul ou de verde, eles estão olhando quanto é que está entrando no final do mês, do dinheiro que eles investiram na empresa, basicamente é isso. Eu, como montador, eu estou montando e fico sempre procurando o que mais me dá lucro, pra eu deixar esses caras felizes. Então eu enfrento um monte de problema, então para eu conseguir fisicamente fazer isso acontecer. Então é complicado.

Professor: (34'13") Deixa eu entender melhor esse, é EAP né?

Aluno 1: (34'15") É, EAP, Estrutura Analítica de Processo.

Professor: (34'16") Esse EAP, ele já te diz, mais ou menos, o que tu tem que fazer, em termos assim, desse mês. A tua meta desse mês e tu que construir isso.

Aluno 1: (34'26") A EAP é aquela estrutura de planejamento ela é...

Professor: (34'28") Não conheço.

Aluno 1: (34'29") É uma WBS, que tu pega lá, montar uma unidade, daí ela separa, mecânica, instrumentação, elétrica... Aí ela pega instrumentação, quebra a instrumentação em cabos, bandejas, instrumentos. Pega cabos, bandejas, quebra: cabos, lançamento de cabos na subestação, lançamento de cabo na unidade tal, lançamento de cabo... ele vai quebrando. A EAP é uma fragmentação.

Professor: (34'54") E ela gera um relatório em cima disso.

Aluno 1: (35'00") Sim. Tanto financeiro quanto físico. Só que o nosso problema é o financeiro. O físico também é problema...

Professor: (35'03") Então vamos tentar ver se a gente consegue transformar... a gente vai conversar com a EAP. A EAP já te dá algo.

Aluno 1: (35'12") Sim. Ela já é uma planilha Excel.

Professor: (35'13") Então ela já te dá algo, então a gente vai jogar em cima das metas da EAP, como estruturar elas da melhor maneira possível.

Aluno 1: (35'23") Exatamente.

Professor: (35'24") Tendo como objetivo principal o lucro. Já começou ficar melhor, já estou começando enxergar o problema. Bom, tu não tem o teu EAP aqui, ou alguma coisa de EAP aqui?

Aluno 1: (35'36") Não.

Professor: (35'37") Tu consegue trazer algum exemplo dele?

Aluno: (35'38") Consigo! Consigo!

Professor: (35'40") Porque eu sei que têm coisas que são restritas. A maior quantidade de informações que tu conseguir, melhor.

Aluno: (35'45") Se um deles trabalhasse numa construtora que nem a minha, até seria restrito mas, é tanta informação que não... é uma planilha Excel com um monte de número.

Professor (35'55") É. O diferencial talvez vai ser esse processo que a gente vai fazer. Quer dizer, algo que converse com o EAP. Perfeito. Vão tentando assim, o teu papel agora, como a pessoa que está com o problema é tentar assim...

Aluno 3: (36'17") Ele é o chefe, eu sou a coordenadora e eles são os peões.

Professor: (36'25") Mas todo mundo tentar entender bem como é que é isso aqui e depois quando eu voltar aqui, de repente, se tiver um exemplo, se tu se lembrar, mais ou menos, esse mês é mais ou menos isso, nem que tu invente esses valores, porque daí eu já chego... enquanto eu estou passando, já vou processando a ideia que, por enquanto, eu não sei como fazer, mas me parece bastante viável. Acho que é um problema de designação.

Aluno 4 (36'50") Acho que a ideia é boa, Rodrigo, porque nenhum de nós aqui, eu pelo menos, não tinha ideia de nada.

Aluno 3: (36'58") Acho que tu vai ter que começar a falar português, porque grego eu não estou entendendo.

Aluno 4: (38'06") Eu quero entender o teu esquema.

Aluno 1: (38'07") É bem simples.

Aluna 3: (38'08") Começa a falar minha língua, pelo amor de Deus!

Aluno 1: (38'10") Isso aqui é a fábrica que eu tenho que fazer. Essa fábrica, o que eles fazem, eles fazem assim com ela, elétrica, instrumentação. Instrumentação é controle. Instrumentação são instrumentos, mede temperatura, mede vazão, nível... Ah, o vazinho está enchendo de água e quando encheu, para a bomba, isso é instrumentação, isso é controle.

Aluno 4: (38'39") Eu trabalhei na área de instrumentação.

Aluno 2: (38'40") É a área que eu atuo.

Aluno 3: (38'41") Ele está desenhando porque eu não [atuo na área].

Aluno 1: (38'49") Então a nossa área é essa e vamos chamar de EAP. É Estrutura Analítica de Projeto. Por quê? Porque isso aqui [EAP] quebra o pedaço que a gente vai trabalhar. Tendo a EAP ela faz assim, a gente tem cabo, a gente tem eletroduto, a gente também faz... cabo, eletroduto, calha, instrumento, tubing, eu vou explicar cada um. E painéis. Cabo. O que é cabo? Cabo é o fio. Eletroduto e o tubo onde passa o fio dentro.

Aluno 1: (43'10") O que acontece, cada um desses carinhas aqui tem, quantidade Q, e tem um custo e tem um QT que é quantidade de trabalho. Então a gente tem o cabo, 140 quilômetros de cabo. Para cada metro de cabo a EAP diz que tem tantos milhões pra cabo.

Aluno 3: (44'00") Só pode gastar aquilo?

Aluno 1: (44'01") É fechado. Só pode gastar aquilo. A refinaria paga.

Aluno 3: (44'04") E se tu gastar menos?

Aluno 2: (44'05") Melhor pra ti.

Aluno 1: (44'12") Esse tipo de projeto a gente chama de EPC, todo o projeto é meu, passo pela engenharia, faço montagem e comissiono, o que sobrar é meu. Ele estão pagando 1,2 bilhões de reais pela obra montada. É que nem construir uma casa, tu vai lá e diz, toma aqui 100 mil e constrói a casa conforme o projeto, se ele construir com 50 mil, ele lucra. Mas geralmente não [sobra].

Aluno 4: (44'37") É bem calculado.

Aluno 1: (44'38") O coeficiente de cagaço é bem alto. Então, o que acontece, na CAP, a gente vai falar disso, basicamente, a gente vai falar disso aqui, basicamente, eu vou ver

quem é melhor no mês pra eu montar. Só que, por exemplo, eu não posso lançar cabo, se eu não estiver com a calha montada. Eu não posso montar instrumento se, tenho que estar com a tubulação montada que é uma coisa muito pior.

Aluno 2: (45'02") Pra montar o instrumento tu depende da civil, pra montar o suporte.

Aluno 1: (45'05") Não. O suporte é meu.

Aluno 2: (45'06") É teu!

Aluno 1: (45'08") Eu monto o suporte e ele faz o grau na volta do suporte. O suporte fica com quatro chumbadores com grau. Então, eu tenho...

Aluno 3: (45'23") Então, teoricamente, você teria que ter uma ordem pra ti fazer alguma coisa.

Aluno 1: (45'25") Isso. Eu tenho 60 milhões na minha mão. A empresa espera que eu traga os 60 milhões pra ela. Eu comecei mês passado a montar a minha área. Então basicamente eu teria dez milhões por mês. Como é uma curva, assim, por exemplo, nós estamos em agosto...

Aluno 1: (46'25") No mês passado era 600 mil e eu fiz zero, esse mês é dois milhões e meio, só que eu descobri que a gente podia meter um dos painéis lá, e os painéis eram da refinaria e a refinaria já está com os painéis em casa, eu já negocieei, então este mês eu vou para uns cinco milhões, então a minha curva vai fazer isso aqui... e aí a projeção...

Aluno 2: (46'49") O que é pra ti melhor: ser mais linear possível ou ...? Mais linear possível.

Aluno 1: (46'55") Pra mim é melhor assim...

Aluno 2: (46'56") Ah! Disparar logo no início.

Aluno 1: (46'57") Claro! Lucrar tudo no início porque o resto do tempo, só esperando os outros fazer o deles. Minha curva vai fazer assim, vai estagnar e... Não final do mês vão me dar tapinhas nas costas e no outro mês já começa a pressão de novo. Então o que eu preciso, é bem simples, eu preciso definir o que é melhor eu fazer.

APÊNDICE C - Grupo C: Transcrição da aula do dia 25/04/2013

Aluno 2: (00'17") Ele recebe não sei quanto... Ele recebe uma verba, uma ajuda de custo. Vamos dizer, ele vai receber um milhão para fazer a obra toda. Se ele fizer por 600 mil, ele está lucrando. Entendeu? Ele tem uma quantidade x de mão-de-obra, 80 pessoas, chutei, entendeu? Só para gente ter uma base. Ele tem um tempo pra fazer cada coisa. Que no caso seria, montar cabo, eletroduto, calha, a parte de instrumentação industrial, os tubing, sabe o que é tubing?

Professor: (01'04") Não. Não sei, mas pode...

Aluno 2: (01'07") Imagina uns canos de PVC.

Professor: (01'10") Beleza!

Aluno 2: (01'11") E os painéis de controle da obra toda. Só que as restrições que ele já mostrou pra nós, o que não pode... ele não pode lançar cabo se ele não tem o eletroduto montado e se tu não tem as calhas montadas, não consegue passar cabo. Tem que ter todos os cabos para fazer a parte de instrumentalização industrial. E a parte do tubing também. Tudo isso e depois vem a parte do painel. Entendeu?

Professor: (01'46") Entendi.

Aluno 2: (01'47") Só que eu estava pensando, eu estava fazendo aqui, só que... esse inicial está meio complicado. Então eu posso ter funções objetivos de minimizar o tempo de montagem, né?

Professor: (01'59") Pode ser algo, mas o tempo de montagem tu já tem, né? Ele é fixo ali.

Aluno 2: (02'07") Ah! De abril a agosto.

Professor: (02'08") É. Ou o tempo de montagem de cada uma delas. Cada uma delas é um universo totalmente diferente. Tu quer ver assim, como eu posso minimizar o tempo de montagem disso, só se tu analisar aquilo especificamente, como se monta e tal. Isso é um problema. A gente tem que contar que ele tem um tempo médio para fazer e vão montar naquele tempo médio. O que ele tinha me dito agora era um pouco diferente, o que ele queria? Fazer uma locação, ver o que deveria ser feito, de tal forma a ter um maior retorno financeiro desse processo. Então isso é uma coisa. O que você está me mostrando? Que quer diminuir o tempo de processamento, e aí...

Aluno 2: (02'53") Não... foi um hipótese, pelo o que eu vi pela tabela aqui, eu posso reduzir o tempo, posso reduzir o custo, até o número de mão-de-obra eu posso reduzir.

Professor: (03'04") Sim. Porque assim, tu tem 80 pessoas, é um problema talvez parecido com isso aí, tu pensa lá as pessoas, 80 pessoas e tu pensa nos serviços que tu quer fazer. O que tu tem: tu vai ter um custo ou um lucro associado a que? A cada um deles, a cada um dos serviços. Por exemplo, se o cara 1 [funcionário], pode ser um cara ou grupos que façam isso. Talvez sejam menos as variáveis, aí tem que ser definido na particularidade do problema. Mas se for, cada cara vai produzir... tem um custo, um valor agregado para aquelas situações. O que tem? Tem mais tarefas para fazer do que pessoas. Isso sempre vai ter. E aí tu vai fazer o que? Tu vai abrir o programa e escolher quais são as tarefas que tu vai fazer, em função dos custos de cada uma delas ou do lucro, para dar o maior lucro possível. Tá, mas isso aqui deve ser feito antes daquilo...

Aluno 2: (04'06") Era isso o que eu ia te dizer.

Professor: (04'07") Isso são as restrições, outras restrições. Aí tu vai ter que criar não só essas restrições, como um outro conjunto de restrições que garantam que as coisas devam ser feitas. Ah! Isso não pode hoje, não está feito, então tu vai colocar lá que tais... se isso não está feito e isso depende disso, o conjunto de variáveis tu vai colocar zero.

Aluno 2: (04'31") Enquanto o eletroduto não for um, o outro tem que ser só zero.

Professor: (04'36") Obrigatoriamente tem que ser zero. Então é uma outra...

Aluno 2: (04'42") Mas daí eu esqueço o tempo nesse caso.

Professor: (04'48") Tenta ir pelo lucro. Tempo, vai ser um tempo fixo. Talvez tu pode colocar o tempo como uma restrição. Mas daí vai ser assim: para fazer esse processo eu tenho tanto tempo. Ah! Eu quero diminuir o tempo desse processo. Aí é outro padrão, é outra tabela. É outro problema matemático, aí o ideal nem seria essa parte, seria um cambam ou alguma coisa desse tipo, seria mais interessante isso. Mas tem que ver se é isso que vocês querem? É isso que a gente quer? Beleza, então está montado. Mas daí tem que definir, talvez o melhor seria isso, porque ainda não entendi bem o que é que se quer? Qual é a situação? Mas tu concorda que isto daqui e isto é a mesma coisa? Se a gente usar as pessoas ou o grupo de pessoas e os custos de fazer cada um, a gente consegue eliminar esse processo com uma restrição, mas não foi feito. Então está, se não foi feito, tem que ser feito, é prioridade. O condicional não está feito, as outras variáveis tem que ser zero. Obriga uma restrição e tu põe lá. Mas porquê é zero? Porque não foi feita. Ah! Mas quando isso for feito, daí tu tira aquelas restrições. Daí tu elimina elas. Pode até encontrar, fazer um "se" separado, algumas coisas que não façam parte do problema, daí a gente coloca "se isso", enquanto a gente não der o ok e ficar pronto, ele mantém aquele zero. Enquanto isso ficar pronto, dá o ok daquilo e beleza.

Aluno 2: (06'38") É uma programação.

Professor: (06'40") É uma programação de produção.

APÊNDICE D - Grupo C: Transcrição da aula do dia 23/05/2013

Professor: (00'01") Nós vamos precisar dessas conversas de vocês. Pode falar, já está gravado.

Aluno 2: (00'10") Nós tínhamos feito a designação, tu te lembra?

Professor: (00'11") Sim.

Aluno 2: (00'12") Pra distribuir a equipe e tal. Aí fizemos a restrição da equipe e a restrição da equipe conforme a obra.

Professor: (00'25") Já está montado ele?

Aluno 2: (00'28") Eu já tinha montado ele depois que você saiu. Eu montei.

Professor: (00'33") Mas por exemplo essa aqui é a função minimizar custo, então tu tem... minimizar custo, mas não era maximizar o valor das obras?

Aluno 2: (00'46") Mas daí a gente tinha trocado uma ideia, eu e tu, que a gente podia ou maximizar as obras, ou minimizar os custos, no caso de mão-de-obra.

Aluno 4: (00'57") Conforme a equipe.

Professor: (00'58") Falta o 42 [Aluno 1], o André. Porque tem que ver como isso é cobrado, porque pelo o que ele me falou, pode ser assim, não tem problema, daí precisa de custos, mas pelo o que ele me falou tem que ter o que, ele tem que fazer as obras, todo o conjunto de obras de tal forma, que tu tenha o maior lucro possível. Então é mais ou menos isso. O que precisaria saber aqui, que equipes fazem, que obras fazem. Mas é a mesma coisa, nesses valores aqui, a gente precisa colocar o que, a gente precisa colocar ou os custos, aí a gente diminui os custos ou o lucro que vai dar aquelas obras. Mas então o problema de vocês, por incrível que pareça, é o que está mais adiantado de todos. Com ele [Aluno 1] aqui hoje, daria pra terminar praticamente esse problema. Ou reduzir o custo, ou maximizar o lucro das obras.

Aluno 4: (02'01") Eu acho que o tempo também influencia pra ele, se tu for pegar mais rápido.

Professor: (02'04") Aí teremos que pensar o seguinte: todas essas outras coisas têm que estar em restrições. Então, restrição de prazo, a gente vai ter que criar que criar uma tabela paralela a essa aqui. Então uma tabela com os custos e uma tabela com os tempos de cada um, de tal forma que tu atenda o tempo. Agora, tem que pensar muito bem, eu quero fazer... pensem numa tabela de tempo também. Mas se eu quero..., a função objetivo tem que ser umas só: ou custos, ou lucros, ou tempos.

Aluno 2: (02'37") O tempo gera mais dinheiro.

Aluno 4: (02'42") Eu sei que a empresa injeta na obra que ele quer, tantos mil [reais] e aí ele tem tantos mil pra fazer essa obra. Entendeu? Daí o ele economizar ou gastar a mais é responsabilidade dele. Entendeu?

Professor: (03'01") Entendi.

Aluno 2: (03'02") Daí o que ele economiza fica pra ele.

Professor: (03'05") Tem que ver onde ele vai querer chegar. Por isso precisava dele aí. Daqui a pouco reduzir os custos é economia, aumentar o lucro será que não vai ser uma coisa só momentânea, sabe? E depois tu vai ter que retomar algumas coisas, tu vai ter que ficar lá em baixo e vai te dar prejuízo? Por que tu tem que pensar na obra como um todo. Então nós precisamos agora do quê: da planilha e dessa definição. O que a gente vai fazer? Porque as restrições não vão ser restrições fáceis. Tem que considerar que determinadas coisas só podem ser feitas se outras já foram feitas.

Aluno 4: Foi o que eu coloquei aqui. Eu sei que, por exemplo, se eles fizerem o eletroduto, eu posso passar o cabo e posso passar a calha, por exemplo. Entendeu?

Professor: (03'59") Isso a gente tem que pensar. Isso matematicamente, eu não sei como fazer, por isso que precisa... é um sequenciamento. E aí, esse sequenciamento, tem que está muito bem sério e tem que ser muito bem pensado. Por quê? Ou a gente usa um algoritmo é... que está por trás do processo, quer dizer, tu só vai liberar esses depois de fazer aqueles, um "se então", como tu colocaste aqui, um "se então", porque em termos... tu não tem, é muito difícil fazer um "se então" em termos lineares ou não-lineares. "Se então" é um conjunto lógico, é um conjunto com somas e subtrações. Dá pra fazer, mas é extremamente complexo isso. Por isso precisa saber exatamente, vamos fazer uma simulação, fazer um recorte e começar. Botar como se fosse fixo, agora não, não pode ser mais fixo. Isso só pode ser feito se for feito aqui, senão não pode. E aí, como é que fica isso?

Aluno 2: (05'06") A gente vai montando os laços, como se fosse um... importando esses dados e vai fazendo os laços...

Professor: (05'11") Perfeito! Pode ser feito dessa maneira. Vai dar um trabalho muito legal o de vocês aqui.

Aluno 2: (05'18") E cabe bastante coisa né?

Professor: (05'21") Nossa! Tu imagina, muito. Pensa só o que, a gente vai matematizar de tal maneira que não vai sobrar obra, pra qualquer coisa, para muitas atividades. Eu nunca fiz um assim, por isso da minha agonia com isso.

APÊNDICE E - Grupo C: Transcrição da aula do dia 13/06/2013 - Parte 1

Aluno 1: (00'12") Vou te passar o cenário: nós temos uma equipe de 85 homens. Um homem trabalha 160 horas por mês. Isto daqui estamos colocando uma média. Vamos supor que nós temos 13600 horas de trabalho efetivo por mês. Para isso a gente precisa comprar, lançar cabos, montar eletrodutos, calhas, instrumentos, tubing e painéis. O total que eu tenho é o seguinte, isto aqui é o seguinte: eu tenho uma verba que eu vou construindo e o caras vão pagando. O máximo que chega é isso aqui: quatro milhões de reais, para eu lançar. Quanto eu lançar todos os meus cabos eu recebo quatro milhões de reais. O total de cabos que eu tenho para lançar são 90 quilômetros e eu sei que o índice é de 0,22 hh/m [horas homem por metro lançado]. Beleza! Vou maximizar o meu lucro, para arrecadar isto daqui, para comer mais, o máximo possível dessa verba. Só que para cada um deles, cada um tem a sua particularidade, cada um a verba é diferente. Essas são as verbas, esse são o total montado. Cabo, a verba é muito parecida com eletroduto, mas cabo eu 90 [km para montar] e eletroduto eu tenho só 16 [km para montar], só que o índice também muda, eu gasto 2 hh/m. Ok. A gente precisa maximizar o quanto arrecadar por mês. Beleza! Quanto eu tenho de dinheiro por unidade, a gente sabe. Qual é o total de trabalho que eu posso fazer por unidade no mês, com a minha restrição que são as 13600 horas no mês. Ok! Bom, eu preciso saber qual é a prioridade para maximizar a minha receita, ou seja, o que eu faço primeiro com essas minha 13600 horas. Qual desses trabalhos eu executo primeiro, maximizando a receita? Veja bem, se eu pegar só painéis, painéis eu tenho 63 peças, com as 24 horas, seria isto aqui direto, mas eu tenho que utilizar minha curva de avanço. A empresa espera que algumas coisas sejam executadas e essa aqui é a curva, é o porcentual de qual será a porcentagem de cada um deles no mês. Então, eu tenho um limite para terminar isso. Só que eu quero fazer, eu quero pegar esse limite e readequar essa curva, ou seja, essa curva não seria aqui, seria mais aqui, eu iria agravar aqui, agravar essa curva aqui. Então, eu tenho que transformar isso aqui em uma curva financeira, só que a curva financeira arrecadando o máximo possível. Qual é a ideia. Qual é a nossa ideia: por exemplo, nesse primeiro mês aqui eu teria que construir somente calha. Então ela espera que eu faça 10 por cento de calha, 10 por cento de calha equivale, sei lá, 400 metros de calha. Só que para 400 metros, vai me sobrar homens para fazer isso, eu poderia me fazer um outro que me desse um ótimo retorno. Então é sempre eu vendo o quanto o físico espera que seja construído, o que sobra ou, de repente, eu deixo o físico aqui atrasar um pouquinho, ou eu posso criar uma variação, ah não, vamos fazer o seguinte: vamos atrasar isso aqui um pouquinho e vamos pegar isso aqui que o retorno é muito maior. Então esse, aí que está o

nosso, aí a minha mente, nossa! A mente que começa, sai da realidade, a gente já não consegue, o problema já se torna realmente um problema, entende?

Professor: (04'15") Entendi. Eu posso pensar o seguinte: eu quero sair daqui muito. Eu posso dar um ranking para isso aí?

Aluno 1: (04'21") Pode. Podemos criar um ranking aí.

Professor: (04'23") Por exemplo, vamos pegar essa aqui e colocar num ranking...

Aluno 1: (04'33") Dez por cento...

Professor: (04'35") Dez por cento acima, dez por cento abaixo. Posso? Podemos pensar nisso?

Aluno 1: (04'38") Sim!

Professor: (04'39") O que nós vamos cuidar é um negócio que tu vai realimentar todo o mês, não dá pra pensar em uma simulação total.

Aluno 1: (04'49") Só para tu ter uma ideia, essa realimentação, a gente faz o que: todo mês eu faço, dentro do meu setor, eu informo, porque eu acompanho o máximo do físico, eu acompanho o físico, então a gente chega lá e eu digo: a perspectiva desse mês é de nós montarmos isso, isso e isso. Tem que olhar aqui e ver o previsto, certo? Só que várias coisas informa, esse previsto não é possível, então a gente, eu direciono isso, mas com visual lá, sentimento. Quando eu volto, eu planilho isso que eu falei, eu planilho aqui, ah! Não está dando resultado, aí vem o meu líder e fala, cara! acho que a gente tem que montar mais alguma coisa. Entende? Mas isso é muito feling, não tem... não tem uma equação para isso. Eu não posso chegar ali e falar, o avanço como é que está? O que eu monto esse mês? O que está mais atrasado que eu tenho que priorizar porque aqui está indicando que está atrasado? Entendeu?

Professor: (06'15") Vamos criar aqui, quantidade de coisas aqui, tem 1, 2, 3, 4, 5, 6 variáveis. Teu problema é um problema com x variáveis, x_1 é a quantidade de coisas que vai produzir naquele mês ou para aquela determinada coisa. Ok! Vamos pensar em quilômetros?

Aluno 1: (06'42") Cuidado! É que alguns são peças. É que não tem, não é... a unidade de medida não é igual para todos. Aí que está.

Professor: (06'49") Daí a gente põe lá...

Aluno 1: (06'50") A gente consegue transformar em trabalho, aí que está. Eu consigo transformar em trabalho. Por isso que nossa unidade aqui também é trabalho.

Professor: (07'01") Posso simplesmente ignorar isso e, isso não, e trabalhar com isso? Sim ou não?

Aluno 1: (07'10") Não. Isso aqui...

Aluno 3: (07'15") Isso aqui é o valor dado, né? É a demanda que tu tem.

Aluno 1: (07'17") É. Isso aqui é quanto eu tenho de dinheiro. É, te entendi. É porque é o seguinte...

Professor: (07'23") Porque eu quero saber a quantidade de coisas que eu vou fazer.

Aluno 1: (07'24") É que isso aqui se eu passar, se eu revisar o projeto, e isso aqui passar para 100 quilômetros, a refinaria continua me pagando os mesmos quatro milhões e 600 mil reais. Eu já fiz o orçamento.

Aluno 3: (07'34") Está, mas é bom? Isso não vai influenciar lá no maximizar? Mas isso seria uma restrição, eu acho.

Aluno 1: (07'39") Não. É ruim.

Professor: (07'43") Mas isso aqui, a gente vai ter metas né? Mas a gente vai ter metas disso né?

Aluno 1: (07'46") É, o físico em cima disso. A meta é isso. A meta é eu construir isso no tempo. É eu arrecadar isso no menor tempo possível.

Aluno 3: (07'57') Mas para ti arrecadar esse valor total tem que ter no mínimo 90 [km] né?

Professor: (07'58") Por exemplo, vamos ver, x1 vai ser...

Aluno 1: (08'00") O pagamento do contrato é de alguns milhões, 1,2 bilhões. A minha parte, a de instrumentação é de alguns milhões, eu tenho um valor mínimo por peça e o que acontece, eu tenho um valor mínimo para arrecadar.

APÊNDICE F - Grupo C: Transcrição da aula do dia 13/06/2013 - Parte 2

Professor: (00'05") ... isso aqui vai ser o somatório, quer dizer, o valor da peça 1, quanto tempo em cada uma das peças vezes a quantidade que tu vai produzir. Então aqui tu vai ter o valor, é só dividir por 90, né, daí tu vai ter o valor vezes o quilômetro, 100 metros, daí bom... faça a conversão. Nós vamos trabalhar por metros porque aqui está em metros. Então é isso aqui que vai ser a função objetivo, tu quer maximizar isso aí... há... função objetivo, sujeito A, tu tem seis restrições. Vamos supor que a restrição... tem várias restrições... horárias.

Aluno 1: (00'59") Quantidade de trabalho.

Professor: (01'01") Cento e sessenta horas mês, né?

Aluno 1: (01'04") Sim. Cada homem trabalha... eu tenho 85 homens e cada um trabalha 160 horas. Eu tenho disponível 13000 horas para gastar no mês. 13600 horas.

Professor: (01'17") Vamos transformar isso aqui para 13600 horas.

Aluno 1: (01'21") É o máximo que eu posso fazer, porque esse índice influencia nessa quantidade de trabalho aqui.

Professor: (01'31") Está. Então a gente vai pensar assim: vamos pensar no primeiro, 0,22, horas não é? Homem-hora, vezes as quantidades de itens mais dois pela quantidade do item um, item dois mais, assim por diante. Esse somatório todo não pode passar de 13600 horas.

Aluno 1: (01'58") Perfeito!

Professor: (01'59") Horas está resolvido. Metas. Então vamos pensar para cada uma. Se tem algum que... tu quer maximizar né? Então ele vai tentar colocar o máximo ali. Ele vai colocar o máximo de coisas ali. Mas existem coisas que tu tem que bater: metas. Vamos supor que a meta tua seja em relação ao cabo, está? Ao cabo que é x_1 , x_1 é isso aqui, né? X_1 é uma quantidade é... tem a ver com a porcentagem máxima né?

Aluno 1: (02'38") Tem a ver. É que x_1 , se nós formos pensar x_1 como cabo, tem que ver que para eu passar um metro de cabo eu ganho quantos mil reais por metro de cabo? Entende?

Professor: (02'52") Está aqui, olha.

Aluno 1: (02'56") Certo, mas olha só, o cabo, um cabo, eu sei que para cada metro de cabo lançado eu ganho 406 reais por metro.

Professor: (03'13") É o que já... na verdade esse valor é esse aqui né? É o que ele dividiu, é isso por 90.

Aluno 1: (03'17") É. isso por 90. Exatamente.

Professor: (03'19") Então esse valor que já está aqui, olha. Aqui na restrição, não é... a restrição é em quantidade. Tu vai ver o quanto tu vai produzir nisso ai né?

Aluno 3: (03'29") Seriam os 90 né?

Professor: (03'31") Então é, suponhamos que seja 10% disso aqui que tu tem que fazer né?

Aluno 3: (03'35") É a meta.

Aluno 1: (03'36") É a meta.

Professor: (03'38") É a meta. É a meta.

Aluno 1: (03'39") Meta do mês.

Professor: (03'40") Meta do mês, está? A meta do mês é em relação?

Aluno 1: (03'45") Em relação aquela curva, ao gráfico, aquela curva que me diz isso.

Professor: (03'50") Tu vai ter que ver o quanto daquela curva, aquela curva assim, ela toda, é 100%. Aquele espaço de mês, tu tem que ver a porcentagem referente só aquele espaço de mês. Naquele espaço de mês é 10%.

Aluno 1: (04'04") É cumulativa. Ela é cumulativa. Ela é isso aqui, olha. Ela vai de zero a cem por cento, aqui. Aqui é por semana. Por semana ela me diz o quanto ela espera que a gente tenha um avanço semanal. Mas eu tenho, a ideia era fazer por mês.

Professor: (04'24") Que depois tu faz e só divide por quatro.

Aluno 1: (04'26") É porque isso aqui, isso aqui a gente poderia fazer essa distribuição aqui, criar por mês.

Professor: (04'33") Isto! Criar por mês. Por exemplo, ele não vai fazer cumulativo. Tu sabe, na tua planilha que vai ter cumulativo, né? Mas tu sabe que naquele mês, ah! Tu vai partir do 40 para o 50, por exemplo, tu vai variar no teu montante total, dez por cento. É essa variação que tu vai ter que ter. Então, tu vai ter maior que dez, o momento de dez por cento, do teu cem por cento mais o dez por cento, daí dá o 110 por cento e é 1,1, né? Tu tem dez por cento, é cento e dez por cento, que é 1,1. Então tu vai multiplicar os teus..., tu vai transformar na unidade e vai aumentar dez por cento, tu vai ter que produzir dez por cento a mais que os 90 mil, né? 90 mil metros. E aqui, menos dez por cento é 0,9, né? 0,9 dos 90 mil [metros]. O que tu faz com isso? Olha, aqui são duas: uma é maior e a outra é menor. Tu vai fazer para os outros também, mas suponhamos que seja só estes. Ele vai tentar maximizar isso daqui. Ele vai tentar tender isso nesse ranking aqui, para aquele mês. Tu tem que pensar que lá no final tu vai ter que completar isso daí. Ele vai tentar maximizar isso daí.

Aluno 1: (06'06") Porque eu estou fazendo isso aqui. Só pelo seguinte, esse aqui... como é que o software ou como é que a gente diz pra ele que isso aqui, que essa foi a otimização de dez por cento, onde é que entra isso? Como é que ele sabe isso?

Professor: (06'17") Tu pode pôr em uma flexibilização, um negócio, né? Uma flexibilização.

Aluno: (06'20") Por isso aqui, qual era a ideia? Pegar uma planilha dessas aqui e tirar dela. Montar a curva e na própria curva ele já ver, ah! Equivale na coluna tal, coluna tal.

Professor: (06'30") Ele pode fazer aqui, faz só a diferença em porcentagem, a diferença... ele já te dá esse valor aqui.

Aluno: (06'36") Olha, inclusive aqui ele já está dando o valor que você está falando.

Professor: (06'42") A flexibilização tu que define, né? Tu pode criar uma célula aqui.

Aluno 4: (06'51") O que houve?

Aluno 1: (06'52") Eu quero criar um zoom dentro do quadrinho, para ele ficar ali e já está o porcentual em decimal.

Professor: (06'58") Está. Mas daí tu tem essa coisa aqui, daí tu põe quantos por cento tu quiser. Flexibilização. Ah! o por cento é zero, então tu cria isso pra todo o mês isso.

Aluno 1: (07'07") Ah! Perfeito!

Professor: (07'08") Agora eu quero zero por cento porque daí eu quero exato, tu vai produzir exatamente isso aí. Aqui ele te dá um ranking e em cima disso aqui tu põe uma variável, um menos ou um mais, e é fácil de criar. Então o que ele vai fazer: se tiver só essa restrição, ele vai tentar tender isso aqui, nesse ranking. Ele pode inclusive deixar ele zero, que vai tender a exato aquilo ali, procurando ajeitar isso nas três mil horas, 3600 horas, e vai escolher, vai te dar um valor para x_1 e x_2 . E ele vai escolher x_2 , x_3 , x_4 , x_5 , x_6 de tal forma que isto aqui seja, se sobrar...

Aluno 1: (07'58") Se sobrar tempo ele vai tentar pegar o que dá mais valor, mais painel.

Professor: (08'03") Isso!

Aluno 1: (08'04") Que foi o que eu fiz intuitivamente, eu fiz isso. Sobrou, eu vi que tinha a oportunidade, peguei os painéis e botei mesmo, porque eu sabia.

Professor: (08'10") E ele vai fazer exato isso aí, ele vai usar exatamente esse seu raciocínio e vai colocar isso aí. Tentem jogar isso aqui, daqui a pouco hoje, que já dá pra sair com alguma coisa...

APÊNDICE G - Grupo C: Transcrição da aula do dia 12/09/2013

Aluno 1: (00'01") Qual é a nossa ideia: a gente tem um cronograma, uma curva e a empresa espera que a gente alcance algumas metas, mas nem sempre alcançar essas metas servem para o físico da coisa. Mas nem sempre maximiza a receita. Então nossa proposta qual é: pegar esse físico, que a empresa espera, colocar uma faixa de variação nisso, para mais ou para menos, para que a gente faça os mais rentáveis e deixe de lado os menos rentáveis e que isso acompanhe...

Professor: (00'41") Aquela curva.

Aluno 1: (00'42") A projeção física de quantidade de coisas relatadas, mas sim, de repente, fazer um pouco menos mas arrecadar mais. Ok! nós tínhamos feito esse esboço e a gente queria retomar aqui a ideia para gente colocar isso aqui no Excel, para depois quando tudo estiver certinho. Fazer isso no Excel é simples. O que nós tínhamos, lembra que tínhamos essa tabela, isso aqui são as coisas que temos para montar. Aqui é o total que eu tenho para arrecadar, eu vou construindo e comendo isto daqui. Isto aqui é o valor por unidade montada e no meu índice, lembra? Eu tenho um limite de homens por tarefa. Então o que acontece: eu sei que, por exemplo, eletrodutos, eu preciso de duas horas de um homem para montar um metro de eletroduto, uma pessoa trabalha duas horas para montar um metro. E cada metro trás isso de receita. Então se eu quiser aumentar a velocidade disso, eu vou colocando pessoas para trabalhar. Então o que tínhamos combinado: que a nossa FO [função objetivo] seria a soma do valor por peça vezes...

Professor: (02'29") A quantidade de peças.

Aluno 1: (02'30") A quantidade de peças e o que ele vai tentar fazer?

Professor: (02'32") Maximizar isso aí.

Aluno 1: (02'34") Exatamente. Ok!

Professor: (02'35") Esse é o valor... me dá um lápis... eu não quero estragar, aqui está impecável... Então isso aqui vai tentar maximizar essa entrada, certo? Restrições...

Aluno 1: (03'11") Veja bem. O somatório de todos os pp's.

Professor: (03'16") Sim, de todas as peças.

Aluno: (03'18") De todas as peças.

Professor: (03'20") Então tu vai tirar o máximo possível desse aqui vezes esse, para ti dar retorno.

Aluno 1: (03'25") Ok! Então a FO seria x1 vezes VB mais x2 vezes VB2.

Professor: (03'32") x3 vezes VB3. Essas são as variáveis. As restrições...

Aluno 1: (03'52") Os 13600 que são a quantidade de horas que eu tenho disponível.

Professor: (03'57") Horas disponíveis. Me diz uma coisa: todos os homens podem fazer qualquer coisa?

Aluno 1: (04'03") Sim, eu tenho 85 homens.

Professor: (04'07") Qualquer um deles pode fazer qualquer coisa.

Aluno 1: (04'09") A princípio não, mas acredito que tornaria o problema muito maior. Se fosse ver entre montador, força e controle e ajudante. Nossa, isso daria...

Professor: (04'17") Três. três restrições a mais.

Aluno 1: (04'24") Entendi. Para lançar cabo eu não vou usar um cara especialista em força e controle, um técnico em instrumentação, para lançar cabo, eu pego um ajudante para lançar cabo.

Professor: (04'32") A gente pode usar mais de um turno.

Aluno 1: (04'36") Sim. O trabalho para cada homem é bem diferente, daí isso se tornaria muito grande.

Professor: (04'49") Isto aqui está bem interessante. Isto aqui semana que vem está pronto, daqui a pouco a gente pode ir além.

Aluno 1: (04'58") Isto aqui é o básico.

Professor: (04'59") Eu acho. A gente tem que fazer isso aqui rodar, depois a gente começa a ver se vale a pena. A gente faz algumas simulações, daqui a pouco a gente vê, ah! Deram esse serviço para esse cara, daí vai faltar alguém especializado pra alguma área ou fazer isso. Daí a gente começa a ver quais são as limitações do problema. Mas anota.

Aluno 2: (05'36") A gente fez aqui para trabalhar com uma margem.

Professor: (05'38") Isso é o que ele estava falando ali, né! O de porcentagem, a gente botou, por exemplo, o x1, tu tem uma meta, né? Tu tem que seguir ela.

Aluno 1: (05'53") Essa meta sai dessa curva, a curva sai de zero e tem que chegar em cinco por cento dele, cinco por cento disso equivale, tem que chegar em quatro mil metros lançados. Na curva, ele vai me dizer que eu tenho que chegar em cinco por cento disso, eu tenho que chegar. Vou variar isso mais ou menos dez [por cento], por exemplo...

Professor: (06'15") Daí tu define.

Aluno 1: (06'17") A gente pode montar na trama inicial, o quanto varia, cinco por cento, dez por cento.

Professor: (06'22") Um, vírgula, mais porcentagem... aqui é a meta. Se tu multiplicar por 1,2, você está aumentando vinte por cento, 1,1, dez por cento. Essa é uma restrição, as restrições aqui são de horas, né?

Aluno 1: (06'55") Perfeito. Seria a quantidade de trabalho. Hora. Homem/hora.

Professor: (07'05") 13600 homens/horas.

Aluno 1: (07'10") Exatamente. Posso gastar isso em quantidade de trabalho.

Professor: (07'12") Está. Tu vai ter que distribuir isso pelas seis variáveis.

Aluno: (07'20") Ok! Este é o índice de produtividade.

Professor: (07'28") B1, x1, B2, x2. Vocês têm Excel?

Aluno 1: (07'30") Tem sim.

Aluno 2: (07'31") A gente já vai montar a tabela já.

Professor: (07'32") Hoje a gente faz rodar isso aqui já. E é isso? E restrições? Tem mais restrições?

Aluno 1: (07'42") Eu tenho algumas coisas, por exemplo, eu não posso lançar cabo se eu não tenho eletroduto. Então eu tenho algumas restrições. Eu não posso... eu tenho que ter um percentual desse trecho para começar a fazer esse...

Aluno 4: (07'54") Ele não pode passar cabo se não tiver a calha.

Professor: (07'55") Ah bom!

Aluno 1: (07'56") No primeiro, no primeiro dia da minha obra, a curva já evoluiu. Se fosse no início eu diria: lança cabo. Não, eu não posso. Eu tenho que começar o calha ou eletroduto, um desses dois aqui. O eletroduto e a calha, eles são os primeiros.

Professor: (08'16") A gente não tinha criado uma... [restrição]

Aluno 1: (08'20") Não. Vamos fazer rodar assim, rodando assim a gente cria mais essa restrição e depois disso a gente antecipa.

Professor: (08'28") A gente não tinha feito uma restrição lógica para isso?

Aluno 1: (08'31") Não.

Professor: (08'32") Se [então]. Talvez. Vamos fazer rodar isso.

Aluno 4: (08'51") Acho que a gente chegou a comentar isso.

Professor: (08'53") Talvez isso seja um outro problema. Outra.. não sei como a gente vai colocar isso aqui. A gente tinha discutido! Vamos fazer isso aqui rodar hoje e depois a gente vê essa restrição ai, a gente vê o que conclui.

APÊNDICE H - Grupo C: Transcrição da aula do dia 10/10/2013

Aluno 1: (00'01") Ela me dá o agregado mais o percentual, ou seja, quantos por cento eu tenho que fazer de cada serviço. Com esse resumo, a gente vai copiar o resumo e a gente integra com esse modelo. Esse modelo é a minha meta do mês. Esse mês é quinze por cento de tubing.

Professor: (00'28") Maior igual.

Aluno 1: (00'29") Ok. Eu vou pedir para ele, para que eu possa variar isso em uns dez por cento ou vou dizer para ele que eu quero uns cinco por cento que ele varie cinco por cento para mais ou para menos. Otimizando que eu alcance o máximo de receita. Então eu tenho os meus índices e eu sei o quanto vale cada um deles. Então eu vou no Solver e mando ele. O Solver calcula rapidinho. Por exemplo, tubing, eu podia ficar em uma faixa entre 25 e 28, ele elevou para 28. Cabo, entre 21 e 19, ele levou para 21. Instrumento, entre 21 e 24, ele levou pra 24. Eletrocalhas não tinha nada. Eletrodutos, entre 19 e 17, ele levou para 17. Olha, isso não te dá lucro, ele baixou. Foi abaixo do que a gente estava esperando, estava esperando 18, ele baixou, foi menos. Não faz isso! E essas montagens das caixas também, ele levou, ele deveria, ele tirou desses dois aqui para jogar nos outros porque o nosso ganho seria maior. O que acontece? O que a gente queria implementar ainda em cima disso: colocar uma restrição para o número de pessoas, ou seja, a quantidade de trabalho que eu possa executar. Porque o seguinte, minha quantidade de trabalho depende de algum tipo de pessoa, por exemplo, eu tenho os eletricitistas, eu tenho somente ajudantes, então a gente tem condições de dizer que para tubing, precisa trabalhar um instrumentista com um ajudante. Já para cabo é um força e controle para dez ajudantes. Então, a quantidade de trabalho que eu gastaria para montar cada um deles é diferente, eles usam uma forma de trabalho diferente. De repente não teria equipe para fazer isso que ele está mandando eu fazer. Com a equipe que eu tenho hoje. Só que isso entra um pouco em contradição, como nós somos de planejamento, a gente está sempre vendo o futuro, a gente está sempre dimensionando a equipe para atender o que eu preciso no futuro. Então isso seria uma coisa meio é e não é...

Professor: (03'07") Entendi. Na prática o que funciona é isso aí.

Aluno 1: (03'09") Exatamente, na prática...

Professor: (03'10") Se faltar de mão-de-obra vocês vão atrás de mão-de-obra. O que eu acho que deveria fazer é um quadro comparativo agora, um quadro de meta e ação. Isso aqui é só fazer um quadro comparativo...

Aluno 1: (03'37") Dá para fazer mês a mês.

Professor: (03'39") É. Pode ser dessa tabela aqui e depois pode ser mês a mês. Aqui eu vou pegar: qual é a meta? E cadê o resultado? Esse é o resultado, né? Isso dá para fazer agora. E daí tu vai ver, essa é a meta e tu vai ver a curva, como é que vai ficar. E daí com essa meta, tu vai ter um valor. Com a outra curva tu vai ter outro valor.

Aluno 1: (04'06") O que aconteceria se a gente fizesse isso? Aconteceria o seguinte: o total que eu tenho de receita para arrecadar não muda. É assim e de repente ela poderia ficar assim, vai mudar a curva.

Professor: (04'18") Isso mês a mês.

Aluno 1: (04'19") Isso me dá o total, ne?

Professor: (04'21") Pensa a primeira coisa aqui, a primeira coisa, isso aqui tu vai fazer no geral. Tu vai conseguir fazer o que? No máximo, o teu máximo que tu vai conseguir fazer é um processo comparativo agora. Mas o que já aconteceu poderia ter acontecido em função disso aí. Seria interessante fazer aqui, o real e aqui é a otimização.

Aluno 1: (04'47") Perfeito! Que seja bem isso que vai acontecer mesmo. Como eu quero otimizar mais a receita, ela vai, se o meu modelo funciona, ele teria que ficar sempre acima do real.

Professor: (04'55") Teria que ficar sempre acima do real. E é o que aconteceu. E tem um ponto que é agora e a partir daí provavelmente tu não o que fazer. Mas daí tu vai tentar o quê? Acompanhar essa curva.

Aluno 1: (05'08") Mas o fim é sempre o mesmo, eles vão se tocar apenas no final.

Professor: (05'12") Sim.

Aluno 1: (05'13") Só que eles vão, aqui, por exemplo, a partir de um momento que eles vão andar muito próximos, o percentual vai ser mínimo.

Professor: (05'21") A limitação é aquilo que ele tem que fazer mesmo.

Aluno 1: (05'25") Sim. Exatamente.

Professor: (05'26") Mas dava para fazer, porque isto daqui, tu faze o quê? Roda mês a mês. Então assim, dependendo, tem uma meta e a meta é isso aqui, né? E aí, essa é a meta, são esses valores. E a solução do Solver...

Aluno 1: (05'44") Entendi. Quer dizer que é como se fosse um histograma. Perfeito.

Professor: (05'49") Isso. Um, que é a meta e outro que é... daí tu tem o efeito visual. Esse aqui a gente vai cumprir, esse aqui não, esse tal. Daí tu vai chegar nisso aí. Quanto a relação de homens suficientes, aí tu vai ter que fazer um cálculo diferente porque daí é outro modelo matemático, é outro modelo matemático porque tu tem que ver se tu vai ter pessoas

suficiente para fazer isso aí. Ao invés de colocar de maneira geral, a gente vai ter que decompor.

Aluno 1: (06'22") Se eu elevasse isso aqui a oitenta por cento, vamos fazer ele...

Professor: (06'27") Quais são as restrições? Mas tem outras restrições? Só isso?

Aluno 1: (06'32") Eu tenho a restrição, é a quantidade de trabalho. Uma restrição o que é a quantidade de trabalho.

Professor: (06'40") Tu tem a quantidade de trabalho de cada um deles?

Aluno 1: (06'42") Tenho, mas já está restringida. Olha aqui.

Professor: (06'48") Está aqui, olha.

Aluno 1: (06'49") É, olha. Eles sempre têm que ficarem iguais. Eu não posso trabalhar mais do que eu tenho disponível. Então, o que ele fez. Ele mudou, ele disse que em outros lugares, ele disse que eu era para trabalhar mais que eu estaria trabalhando. Este aqui é o previsto. Eu estaria gastando 268 horas de trabalho, e esse aqui dizendo, não, você precisa de 281 horas. Esse aqui tira trabalho daquele cara lá. Ele está mostrando, além de que eu devo executar, a minha restrição do que eu deveria trabalhar. Esse aqui eu estou informando o que eu quero trabalhar.

Professor: (07'20") Ele está dizendo o como você deveria trabalhar para atingir isso, para maximizar.

Aluno 1: (07'23") Consequentemente eu consigo transformar isso em hh [hora homem]. Se eu dividir isso aqui pela quantidade de dias construídos, eu já sei, por dia, quantos homens eu preciso para fazer tal trabalho. Tem uma restrição sim.

Professor: (07'39") No caso de vocês, eu acho que como a gente tem que focar em alguma coisa, vamos focar nisso daí depois, fica o convite para ti, para vocês, para a gente fazer uma melhoria em cima disso aí, fazer uma melhoria nesse modelo para atender a essa especificidade, senão daqui a pouco, a gente.. sempre tem o que melhorar, sempre tem o que melhorar. Mas assim, em termos de ideia, para a disciplina, está ótimo. Tenta isso, esse gráfico aqui e a parte pesada mesmo, embora tenha isso aí, a parte pesada é a escrita. Já tem um esboço legal, bom. Dá uma escrita boa, mas agora tu já pode afinar e dar um embasamento maior.

Aluno 1: (08'36") Sabe que eu procurei muito, muita referência bibliográfica sobre isso e eu achei um trabalho de mestrado, ficou muito bom e fala sobre o conceito de custos de obra. Trabalha toda a parte de custo e de receita e ficou muito legal, só que, eu não consigo encontrar muita referência bibliográfica.

Professor: (09'12") Já olhou o site do IDEP? São dois. Eles estão no site da ABREPO.
Vocês fazem o cadastro e entre com esse acesso...

APÊNDICE I - Grupo C: Transcrição da apresentação do dia 31/10/2013

Aluno 4: (00'08") O nosso trabalho tem como principal objetivo otimizar o processo de montagem visando... na empresa UPC Engenharia, através de conhecimentos adquiridos na disciplina de Pesquisa Operacional I, pretendemos criar e montar ferramentas para que o setor de planejamento da empresa saiba exatamente o que montar e quando montar afim de maximizar a receita. A justificativa do estudo: a falta de metodologia apropriada que influencia nas decisões de qual tarefa executar para que se maximize a receita. Atualmente, a empresa conta com uma previsão mensal de medição de serviços que são executados com base nas entregas, previstas em um planejamento macro, proveniente de um cronograma detalhado e experiência dos seus funcionários. Depois, mais detalhadamente, o André vai explicar como funciona cada sistemática dessas. O problema em si é, que devida a grande quantidade de variáveis, nem sempre o que se planeja é o que dará o maior retorno financeiro. Nossa proposta é que através de um modelo matemático, conseguiremos obter maior precisão do que fazer, trocando o que deveria ser entregue no mês, por o que dará o maior retorno no mês. Que é o que a empresa visa, cem por cento da margem de lucro de retorno. Entretanto há uma série de restrições a serem consideradas, como por exemplo, as metas de avanço físico. Nessa empresa, o André vai explicar melhor, tem algumas restrições que são as questões de montagem física, de alguns equipamentos que dependem de outros para serem montados. Levando em conta apenas o retorno financeiro, deixará a desejar no retorno de avanço físico, imposto pela empresa. Em função disso, nosso projeto é criar uma fórmula que consiga pré-estabelecer uma variação percentual na quantidade de trabalho que deveria ser executado, deixando assim que o sistema indique quais as tarefas a serem feitas, dentro de um determinado período, visando maximizar o faturamento, sem deixar de lado as restrições impostas. Vou passar para o meu colega falar um pouquinho...

Aluno 2: (02'08") Pode voltar ali um pouquinho.

Aluno 3: (02'11") Ah! Desculpe.

Aluno 2: (02'12") O que acontece, resumindo, é uma empresa que trabalha com montagem de prédios. Então vamos imaginar esse prédio aqui, nós não teríamos como montar essas lâmpada sem antes passar toda a eletrocalha pelo lado e assim por diante, né? E então, essas são as restrições que a gente está falando aí. Nós temos coisas a serem feitas antes, para abrir caminho para fazer as outras coisas. Claro que certas coisas são mais rápidas e têm o preço muito, muito menor e outras coisas são mais demoradas e têm o preço maior, de lucro para a empresa. Então vai ser isso que vais ser abordado durante o trabalho.

Aluno 1: (03'06") A apresentação da empresa, a UPC é uma empresa de montagem industrial petroquímica. Vamos direto para o problema. O problema é o seguinte: quando a gente trabalha com uma empresa como a Petrobrás, a gente trabalha em cima de contrato. Esse contrato tem um cronograma que deve ser seguido. Só que esse cronograma para a empresa, algumas atividades que vocês tem um período para executar, por exemplo, um mês, nem sempre elas são as mais rentáveis. O que a gente pensou: a gente pode pegar o avanço físico que a gente deveria avançar e deixar esse avanço com uma variação percentual, ou seja, a gente geria assim, montar dez paredes e um forro. O que você faz? Você monta nove paredes e dois forros porque o valor do forro é muito maior que o valor da parede. Então, a gente montou um modelo matemático, que ele é capaz de fazer uma análise. Essa aqui é meta do mês que a gente vai ter que montar. Nessa meta a gente diz, a empresa espera que a gente chegue nesses percentuais. O total da receita é esse e o que a gente conseguiria faturar no mês seria aquele valor lá, se a gente executar as tarefas exatamente como o cronograma pede. O que a gente fez? A gente criou um modelo matemático, que a gente ajusta o modelo percentual para variar isso em mais ou menos o valor estipulado e ele procura sempre buscar a tarefa que vai dar o maior lucro, a maior receita, arrecadar a maior receita. Essa aqui é a tela do Solver, com as restrições. Bom, aqui é a tela onde a gente põe a variação da meta. Então, a empresa tem um cronograma que ela espera que a gente execute certas atividades, são aquelas lá. Por exemplo, tubing, montagem de cabos, instrumentos, a gente tem que montar quinze por cento do valor total de instrumentos no mês. A gente diz para ele, para o modelo matemático, que ele pode variar isso em vinte por cento, ou seja, os valores vão ficar entre esses valores aqui. Não variar aqui. Sempre tentando maximizar o lucro, com a receita. Bom, esse gráfico mostra o que seria, em milhões de reais, o faturamento da empresa em seis meses. A gente pegou aqui uma janela qualquer para uma disciplina específica, que a disciplina de instrumentação. Isto daqui é uma parte do pico da obra. Então, a gente aplicou isso mês a mês, o modelo matemático fazendo esse cálculo pra gente. Ele remodelou as tarefas de modo que a gente conseguisse manter o nosso prazo final da obra e fazendo uma arrecadação, a gente adiantaria algumas receitas, ou seja, ele faz uma reorganização sem fugir, sem fugir da data fim, reorganizando receita. Então, essa linha azul seria o que a empresa arrecadaria num determinado intervalo de tempo e a linha vermelha é o que ela consegue arrecadar de receita usando o nosso modelo matemático. Aqui, esse histograma, ele mostra, essa barra azul, por exemplo mostra antes do modelo, antes da otimização do processo. A empresa teria essa estimativa aqui, de R\$ 1700000,00 no mês. A gente pegou todas as tarefas, as suas restrições... Uma restrição muito importante que a gente tem, é a quantidade de recurso

humano. A gente não pode inventar tarefa, daqui a pouco o modelo diz pra mim: faz tanta coisa e eu não tenho gente suficiente pra fazer, o modelo tem essa restrição também. Bem, aqui nesse mês ele, ele otimizando algumas tarefas, ele conseguiria fazer, a gente arrecadaria R\$ 1800000,00, dando uma arrecadação de receita, adiantando R\$ 139000,00. E isso aí dá... a empresa poderia pegar esse valor e fazer outro tipo de investimento ou ... sempre é vantajoso arrecadar. No último mês a gente já não teria mais nada pra arrecadar, porque a gente conseguiu tirar de lá e jogar nos outros meses, fazer uma redistribuição e fazer com que a empresa tivesse mais dinheiro em caixa do que ela está esperando, do que o contrato exigiria. Então esse não foi... a gente não apresentou ainda pra empresa, mas será apresentado. Bom, o último slide é a conclusão e a gente pretende, a gente pretende também apresentar essa proposta pra empresa. É bem provável que isso venha, um dia, a funcionar.

Aluno 2: (08'35") Antes desse modelo, a empresa, ela contava apenas com o feeling do pessoal que fazia o planejamento, entendeu? Ele ia só na base da experiência, seguindo o cronograma e repassando para as pessoas, pra aquelas funções, conforme a cabeça deles ia achando que ia gerar mais lucro pra empresa. Então, a partir desse modelo matemático, que tem algum embasamento, algum movimento, que possa te dar um norte, que vai além do feeling humano.... era só isso mesmo....

APÊNDICE J - Grupo C - Desdobramentos do problema

APÊNDICE H - Grupo C - Análise dos desdobramentos do problema

