

Wanderley Sebastião de Freitas

A MATEMATIZAÇÃO CRÍTICA EM PROJETOS DE MODELAGEM

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Conhecimento e Inclusão Social da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação.
Linha de pesquisa: Educação Matemática

Orientadora: Prof^a. Dra. Jussara de Loiola Araújo

Belo Horizonte
Faculdade de Educação da UFMG
2013

Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação, Conhecimento e Inclusão Social
Linha de Pesquisa: Educação Matemática

Tese intitulada “*A Matemática Crítica em Projetos de Modelagem*” de autoria do doutorando Wanderley Sebastião de Freitas, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Profa. Dra. Jussara de Loiola Araújo (FaE/UFMG)
Orientadora

Prof. Dr. Otávio Roberto Jacobini (PUC/Campinas)
Membro Externo a UFMG

Profa. Dra. Regina Helena de Oliveira Lino Franchi (UFOP)
Membro Externo a UFMG

Profa. Dra. Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca (FaE/UFMG)
Membro Interno a UFMG

Prof. Dr. Orlando Gomes de Aguiar Junior (UFMG)
Membro Interno a UFMG

Prof. Dr. Dale William Bean (UFOP)
Suplente Externo a UFMG

Profa. Dra. Terezinha Fumi Kawasaki (UFMG)
Suplente Interno a UFMG

Profa. Dra. Daisy Moreira Cunha
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação, Conhecimento e Inclusão Social
FaE/UFMG

Belo Horizonte, 10 de junho de 2013

AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas que, de uma forma direta ou não, colaboraram sobremaneira para a realização deste trabalho de doutorado.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer imensamente à minha esposa Regina, pela sua importância em minha vida e, principalmente, na vida familiar que vamos construindo com nossos filhos Fernando e Luíza.

Aos meus pais, pelo apoio e incentivo em cada etapa de minha vida.

À Jussara, por acreditar no projeto de pesquisa que deu origem a esta tese, pela sua forma peculiar de orientação, mostrando-me que a escrita da mesma, apesar de ser importante, está inserida no processo de tornar-se pesquisador.

Aos colegas do grupo de orientação pelos momentos que passamos juntos, refletindo nossas pesquisas e exercendo, como apontava Jussara, o difícil exercício do “movimento dialético” entre prática pedagógica e pesquisa.

À minha irmã Vânia, pelo carinho e parceria, existentes desde nossa infância...

À minha cunhada-irmã Marília, pelo apoio incondicional nas horas que eu mais precisei.

À minha amiga-irmã Daniela, pelo esforço e contribuição dedicados ao trabalho de revisão e normalização da tese.

À Sulamita, professora do IFMG, por ter contribuído com as filmagens dos encontros do grupo de modelagem.

À professora Joani, pelas aulas de inglês instrumental no começo do doutorado e pelo auxílio no Abstract da tese.

Aos Professores Ole SKovsmose e Maria da Conceição (Ção), pela avaliação criteriosa dos rumos que a tese estava tomando na qualificação e, principalmente, pelas contribuições valiosas para o enriquecimento das análises do material empírico produzido.

Ao colega professor e diretor de ensino do IFMG, Mcglennon, pelo apoio na formulação dos horários das aulas que me possibilitavam dedicar um tempo maior à pesquisa.

Ao Diretor Eleonardo, pelos esforços empreendidos para convidar e conseguir a presença dos prefeitos e lideranças políticas de Belo Vale, Congonhas, Conselheiro Lafaiete e Ouro Branco para a realização do debate “A relação da exploração mineral e o desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba” para a comunidade do IFMG.

Enfim, meus mais sinceros agradecimentos aos alunos voluntários do terceiro ano do curso de mecânica do IFMG do ano de 2011, por ter contribuído substancialmente para a realização desta pesquisa.

Confidência do Itabirano

Carlos Drummond de Andrade

Alguns anos vivi em Itabira.
Principalmente nasci em Itabira.
Por isso sou triste, orgulhoso: de ferro.
Noventa por cento de ferro nas calçadas.
Oitenta por cento de ferro nas almas.
E esse alheamento do que na vida é porosidade e comunicação.

A vontade de amar, que me paralisa o trabalho,
vem de Itabira, de suas noites brancas, sem mulheres e sem horizontes.

E o hábito de sofrer, que tanto me diverte,
é doce herança itabirana.

De Itabira trouxe prendas diversas que ora te ofereço:
esta pedra de ferro, futuro aço do Brasil,
este São Benedito do velho santeiro Alfredo Duval;
este couro de anta, estendido no sofá da sala de visitas;
este orgulho, esta cabeça baixa...

Tive ouro, tive gado, tive fazendas.
Hoje sou funcionário público.
Itabira é apenas uma fotografia na parede.
Mas como dói!

RESUMO

Esta pesquisa buscou compreender como se desenvolveu o processo de matematização em um projeto de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica. O ambiente construído para o desenvolvimento do projeto contou com a participação de um grupo de alunos voluntários do terceiro ano do curso técnico integrado ao médio de Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Foi adotada uma abordagem metodológica qualitativa na condução da investigação e análise do material empírico produzido. Para subsidiar minhas análises, busquei autores do Campo da Educação Matemática, com destaque para Ubiratan D'Ambrósio e Skovsmose, bem como do Campo da Educação, como Paulo Freire e Giroux, cujas ideias partem de um núcleo comum em defesa do fortalecimento da educação na direção da emancipação humana. Os resultados mostraram que o processo de matematização foi tecido em um ambiente onde se entrecruzaram as ideologias trazidas das diferentes esferas das atividades escolares vivenciadas pelos participantes do projeto, com destaque para os ambientes de ensino e aprendizagem de matemática e das disciplinas das áreas técnicas. Se por um lado o processo de matematização contou, em seu início, com as marcas que alimentam a Ideologia da Certeza advindas da tradição da matemática escolar, por outro lado, o enfraquecimento dessa ideologia foi possibilitado pela parceria firmada entre o grupo de modelagem e as novas tecnologias, bem como da forma com que a matemática e suas aplicações são concebidas por algumas disciplinas das áreas técnicas. Além disso, a concepção de educação problematizadora e dialógica, tal como defende Paulo Freire, vislumbrada para o desenvolvimento do projeto, contribuiu sobremaneira para que os participantes debruçassem na análise da complexa relação socioeconômica e política associada com a exploração mineral e o desenvolvimento dos municípios que compõem a região do Alto Paraopeba.

Palavras - Chave: Educação Matemática Crítica; Modelagem; matematização.

ABSTRACT

This research aimed to understand how the mathematization process had developed through a modelling project that was oriented towards Critical Mathematics Education. A group of voluntary students of the third year of the technical course, that was integrated into Mechanical high school in Minas Gerais Federal Institute of Education, Science and Technology, took part in the environment built for developing this project. A qualitative methodological approach was adopted in order to investigate and analyze the empirical material produced. The accomplishment of this study was based upon authors on Mathematics Education – mainly Ubiratan D’Ambrósio and Skovsmose – as well as those on Education, namely Paulo Freire and Giroux, whose ideas come from a common core to strengthen Education towards the human emancipation. The outcomes showed that the mathematization process was developed where ideologies from different school activities, which the students used to achieve, met one another, focusing on mathematics teaching/learning situations and, also, on disciplines of technical areas. If, on one hand, there were marks of Ideology of Certainty in the beginning of the mathematization process, issued from the traditional school mathematics, on the other hand that ideology became weaker because of the partnership between the modelling group and the new technologies, as well as the way mathematics and its uses are conceived by some disciplines of the technical areas. However, the conception of education for critical consciousness and dialogical education defended by Paulo Freire, understood to be developing the project, contributed greatly to drive the participants to analyze carefully the complex socio-economic and political relationship associated with the exploration/exploitation of minerals and the development of the towns that constitute the region of Alto Paraopeba/BR.

Key words: Critical Mathematics Education; Modelling; mathematization

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O processo de Modelagem segundo D'Ambrósio-----	27
Figura 2 - Elenco de funções típicas -----	137
Figura 3 - As “escolhas” gráficas dos participantes para a evolução do CFEM	212

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

TABELA 1- Ambientes de aprendizagem -----	58
TABELA 2- Percentual de sementes germinadas -----	66
TABELA 3- Percentual dos principais tributos recebidos pelas cidades do Alto Paraopeba -----	111
TABELA 4- Evolução das principais receitas da cidade de Congonhas -----	112
TABELA 5- Evolução da Arrecadação do CFEM de Congonhas, em milhões de reais -----	127
TABELA 6- Crescimento de uma árvore -----	144
TABELA 7- Crescimento relativo da árvore -----	146
TABELA 8- Arrecadação e crescimento relativo do CFEM de Congonhas -----	152
TABELA 9- Perfil das Cidades do Alto Paraopeba -----	158
TABELA 10- Cálculo da nova variável auxiliar z -----	174
TABELA 11- O crescimento da árvore -----	176
TABELA 12- Dados do CFEM de Congonhas -----	183
TABELA 13- Introdução da variável auxiliar z -----	184
TABELA 14- Valores reais e ajustados do CFEM -----	189
GRÁFICO 1- Modelo construído pelos alunos -----	61
GRÁFICO 2- Germinação de sementes em função da temperatura -----	67
GRÁFICO 3- Evolução do CFEM de Congonhas de 2002 a 2010 -----	127
GRÁFICO 4- gráficos apresentados pelos integrantes do grupo -----	133
GRÁFICO 5- Função $\lambda = my+n$ -----	143
GRÁFICO 6- Crescimento de uma árvore -----	145
GRÁFICO 7- comportamento entre as variáveis altura e crescimento relativo -----	147
GRÁFICO 8-Gráfico de dispersão dos pontos $(y_i; \lambda_i)$ -----	147
GRÁFICO 9- Gráfico de dispersão entre os pontos $(y_i; \lambda_i)$ -----	152
GRÁFICO 10- Regressão com os três pontos escolhidos -----	154
GRÁFICO 11- Linha de tendência entre os pontos $(x_i ; z_i)$ do exemplo fictício da árvore -----	174

GRÁFICO 12- Crescimento logístico de uma árvore -----	176
GRÁFICO 13- dispersão dos pontos (x_i, z_i) -----	184
GRÁFICO 14- Ajuste linear dos pontos $(x_i; z_i)$ selecionado -----	187
GRÁFICO 15- Gráfico dos dados reais e do modelo ajustado -----	190

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMIB- Associação dos Municípios Mineradores do Brasil,
AMIG - Associação dos Municípios Mineradores de Minas Gerais
CFEM - Compensação Financeira pela Exploração Mineral
CEFET-OP- Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto
CODAP - Consórcio Público para o Desenvolvimento do Alto do Paraopeba
COLTEC - Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais
CSN- Companhia Siderúrgica Nacional
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
FINBRA - Finanças do Brasil
FPM - Fundo de Participação Municipal
ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IPHAN- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IFMG – Instituto Federal de Minas Gerais
ISEAT - Instituto Superior de Educação Anísio Teixeira
ISSQN - Imposto Sobre Circulação de Serviços de Qualquer Natureza
MPE - Ministério Público Estadual
PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais
PIB - Produto Interno Bruto
PIBIT - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica
PNDU - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROEJA - Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos
PUC-MG - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
SESI-MG - Serviço Social da Indústria de Minas Gerais
TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO -----	12
CAPÍTULO 1 - MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA -----	18
1.1. Modelagem matemática e os propósitos de sua inserção na Educação Matemática -----	18
1.2. A diversidade de concepções de modelagem no cenário educativo mundial -----	21
1.3. Matematização: a matemática vista como uma atividade humana -----	24
1.3.1. A matematização crítica em projetos de modelagem -----	27
CAPÍTULO 2 - A TEORIA CRÍTICA DA ESCOLA DE FRANKFURT E A CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO DE PAULO FREIRE -----	31
2.1. A Teoria Crítica da Escola de Frankfurt -----	31
2.1.1. A busca do esclarecimento e a influência de Kant na Teoria Crítica da Escola de Frankfurt	33
2.1.2. O enfraquecimento da razão emancipatória -----	34
2.1.3. A busca do fortalecimento da razão emancipatória -----	37
2.1.4. Contribuição filosófica da Teoria Crítica para a educação -----	39
2.2. A Concepção de Educação de Paulo Freire -----	41
2.2.1. Os homens e suas relações com o mundo -----	41
2.2.2. A captação das respostas frente ao mundo e a consciência dos seres humanos -----	43
2.2.3. A Educação dialógica e problematizadora de Paulo Freire -----	45
CAPÍTULO 3 - EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA -----	49
3.1. Os propósitos da Educação Matemática -----	49
3.2. A Concepção de Educação Matemática Crítica -----	51
3.3. A Ideologia da Certeza -----	55
3.4. Os ambientes de aprendizagem -----	57
3.5. Trabalhos do campo da modelagem na Educação Matemática -----	59
3.6. A matematização desenvolvida pelo coletivo “seres-humanos-com-tecnologias” -----	65
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DA PESQUISA -----	70
4.1. Abordagem metodológica -----	70
4.2. Caracterização dos instrumentos de coletas de dados utilizados na pesquisa -----	73
4.3. Análise do material empírico produzido pela pesquisa -----	78
CAPÍTULO 5 - O CONTEXTO E OS SUJEITOS -----	82
5.1. Os Institutos Federais de Educação e o Campus Congonhas -----	82
5.2. A área de abrangência do Campus e os cursos ofertados -----	84
5.3. Procedimentos adotados na escolha dos sujeitos e os encontros para o desenvolvimento do projeto -----	86
5.4. Perfil dos componentes do Grupo -----	92
5.4.1. Perfil de Alair -----	93
5.4.2. Perfil de Edu -----	94
5.4.3. Perfil de Gerson -----	95
5.4.4. Perfil de Isadora -----	96
5.4.5. Perfil de João Vila -----	98
5.4.6. Perfil de Marcos -----	99
5.4.7. Perfil de Tamires -----	100
5.4.8. O perfil do pesquisador -----	101
CAPÍTULO 6 - O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO E AS PRIMEIRAS ANÁLISES -----	103
6.1. Os Encontros -----	105
6.1.1. Primeiro encontro (quarta-feira, 02 de março de 2011): o desconhecimento dos <i>royalties</i> do minério -----	105
6.1.2. Segundo encontro (quarta-feira, 16 de março de 2011): a leitura de artigos de jornais e	

revistas e visitas aos sítios governamentais -----	106
6.1.3. Terceiro encontro (quarta-feira, 23 de março de 2011): o CFEM e a composição orçamentária das principais receitas dos municípios -----	109
6.1.3.1. Diálogos e análises do terceiro encontro -----	114
6.1.4. Quarto encontro (quarta-feira, 30 de março de 2011): uma rápida conversa -----	126
6.1.5. Quinto encontro (segunda-feira, 04 de abril de 2011): a parceria firmada entre grupo de modelagem e as TIC's -----	126
6.1.6. Sexto encontro (quarta-feira, 06 de Abril de 2011): a Ideologia da Certeza presente na “escolha” da função -----	133
6.1.7. Sétimo encontro (quarta-feira, 13 de Abril de 2011): o modelo logístico e o ajuste da curva -----	142
6.1.7.1. A resolução de um problema fictício do livro de modelagem -----	144
6.1.8. Oitavo encontro (quarta-feira, 04 de maio de 2011): o cálculo da capacidade suporte no modelo de crescimento logístico do CFEM e a construção do perfil socioeconômico das cidades -----	151
6.1.8.1. Primeira parte do oitavo encontro: O cálculo do valor limite do modelo logístico da evolução do CFEM -----	151
6.1.8.2. Segunda parte do oitavo encontro: construção do perfil socioeconômico das cidades do Alto Paraopeba -----	156
6.1.9. Nono encontro (quarta-feira, 11 de maio de 2011): a escola vista como uma “esfera pública” -----	159
6.1.9.1. Primeiro momento do nono encontro: o debate em torno da matéria “Direito às riquezas naturais” -----	160
6.1.9.2. O debate do grupo -----	163
6.1.9.3. Segundo momento do nono encontro: a construção do modelo matemático para o crescimento logístico da árvore -----	172
6.1.10. Décimo encontro (quarta-feira, 18 de maio de 2011): a construção do modelo matemático da evolução do CFEM de Congonhas -----	177
6.1.10.1. Primeiro momento do décimo encontro: um entendimento sobre as investidas das mineradoras na exploração mineral -----	178
6.1.10.2. Segundo momento do décimo encontro: construção do modelo matemático -----	181
6.1.11. Décimo primeiro encontro (quarta-feira, 25 de maio de 2011): a (re) construção do modelo logístico -----	182
6.1.12. Décimo segundo encontro (quarta-feira, 06 de junho de 2011): a avaliação do grupo sobre o projeto -----	197
6.1.13. Décimo terceiro encontro (Quinta-feira, 30 de junho de 2011): O debate com as lideranças políticas do Alto Paraopeba -----	207
 CAPÍTULO 7 – A ANÁLISE GERAL DOS ENCONTROS -----	 211
7.1. O movimento da Ideologia da Certeza -----	211
7.2. As TIC's e o processo de matematização -----	216
7.3. A inserção crítica -----	230
 CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	 236
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	 240
ANEXOS -----	249

INTRODUÇÃO

A questão que norteou este trabalho tem sua origem em minha trajetória como professor de Matemática e foi se consubstanciando à medida que meu envolvimento com o campo da Educação Matemática ia se fortalecendo. Cabe aqui destacar que, inicialmente, a aproximação com o campo se dava com o propósito exclusivo de enriquecer minha prática pedagógica, principalmente no sentido de pesquisar, programar e implementar novas experiências e/ou propostas alternativas de ensino-aprendizagem de matemática que poderiam inverter, de certa forma, a lógica pela qual vinha sendo guiada minha prática. Propostas de ensino como aquelas que contemplam e valorizam um trabalho mais investigativo em sala de aula, dentro das quais aquelas que utilizam *softwares* como instrumental de apoio para auxiliar as experimentações, vinham sendo adotadas, ganhando cada vez mais espaço na estruturação de minhas aulas.

O mergulho neste campo de estudo possibilitou-me dialogar de forma mais intensa com o movimento da Educação Matemática Crítica. Um movimento que assume uma concepção crítica de educação e que, por isso mesmo, entende que o ensino da própria matemática pode estar a serviço, e ser um importante instrumento, no processo de auxiliar homens e mulheres a se integrarem em seu mundo de uma forma mais consciente e crítica. A partir de então, passei a interessar-me em pesquisar propostas pedagógicas que poderiam associar a construção de ambientes de ensino de matemática alicerçados em um paradigma investigativo e crítico. Nesses ambientes, os alunos são convidados a trabalhar com problemas abertos, sobretudo aqueles que também tenham o propósito de favorecer a ampliação ou o desenvolvimento de uma leitura mais consciente da realidade, considerando, para isso, as relações complexas que molduram o contexto sociocultural e político em que vivem (SKOVSMOSE, 1994, 2000).

Devo destacar que não é uma tarefa simples desenvolver uma concepção de Educação com essa magnitude, concepção esta que assume uma característica de “educação problematizadora”, tal como enfatizou Freire (1975, 2003). Não é sem razão que o educador assume uma concepção “libertadora” de educação, dentro da qual, um dos principais objetivos é auxiliar homens e mulheres a se integrarem em seu mundo,

principalmente numa direção que os conduza a um processo de aperfeiçoamento de suas respostas frente aos desafios de seu tempo.

Dentro desse interesse, busquei, na Educação Matemática, autores que assumem, difundem e compartilham dessa concepção de educação crítica, com destaque para Ubiratan D’Ambrósio e Ole Skovsmose, autores cujas obras tornaram-se referenciais importantes para os propósitos desta pesquisa. Para sublinhar neste capítulo introdutório um pouco sobre a importância desses autores destaco, inicialmente, a concepção de Educação Matemática de D’Ambrósio (1986), que insiste na necessidade de se implementar um modelo alternativo de ensino de matemática, que contemple uma formação de natureza mais “holística”, frente àquelas que priorizam e são geralmente voltadas para a difusão de uma cultura de testes, ainda tão predominantes no sistema de ensino brasileiro.

Segundo D’Ambrósio (1991), uma proposta voltada para contemplar uma educação holística deve levar em consideração o esforço contínuo e necessário para desafiar um estilo predominante de pensamento científico que influencia a educação: a visão reducionista e mecanicista da razão. O autor destaca que, no caso da matemática, “o pensamento dominante é a sua precisão absoluta e intocável, sem qualquer relacionamento íntimo como o contexto sociocultural e político” (D’AMBRÓSIO, 1991, p.167).

Cabe destacar que a educação holística, defendida por D’Ambrósio (1991) na Educação Matemática, é aquela que convida e favorece as pessoas, de uma forma individual e principalmente coletiva, a ampliarem tanto a visão quanto a difusão da prática democrática em nossa sociedade. Não é sem razão que o autor associa a educação holística como aquela que contempla o desenvolvimento de uma concepção de Educação Matemática com preocupações voltadas para o exercício e o fortalecimento da cidadania. Acrescento também as reflexões de Ribeiro (1991) que destaca a educação holística como aquela que assume a perspectiva de que homens e mulheres são seres de relações em permanente mudança, uma vez que “educação deve ser entendida como práxis” (RIBEIRO, 1991, p.132).

Essas ideias têm fortes conexões com as preocupações da Educação Matemática Crítica, tal como apontadas por Skovsmose (1994, 2008), e com a concepção de educação problematizadora e emancipatória defendidas por Freire (2003), e serão discutidas em profundidade nos capítulos um e dois desta tese.

Skovsmose (1994, 2000) mostra que a construção de diferentes ambientes de ensino e aprendizagem está associada a dois paradigmas que acompanham tanto a estruturação quanto a concepção de educação estabelecida nesses ambientes: o “paradigma do exercício” e os “cenários para investigação”. Se no primeiro desses paradigmas o ambiente é construído e assentado dentro de uma proposta que prioriza o tripé conceitos-exercícios-correção dos exercícios, no segundo há uma preocupação de “convidar” os alunos para assumirem uma postura mais investigativa. Dessa forma, no ambiente denominado de cenários para investigação, os alunos são orientados a desenvolver suas próprias ideias matemáticas na exploração de uma situação-problema aberta e autêntica, distanciando-se de um ambiente que prioriza o treino de problemas padronizados, denominados por D’Ambrósio (2008, p.77) de “problemas-tipo”, que enfatizam um “saber-repetitivo” e que em nada se assemelham a uma educação problematizadora.

Dentro dessa temática, cabe destacar uma importante obra de Skovsmose (1994), intitulada *Towards a philosophy of critical mathematics education*, dentro da qual o autor mostra como atividades de projeto de matemática, ou de modelagem matemática, podem se aproximar de uma educação problematizadora destacada por Freire (2003). Skovsmose (1994) mostrou que, uma vez assumida uma concepção crítica de Educação Matemática, há a possibilidade de potencializar o envolvimento de alunos, com a devida orientação de professores, a construírem um ambiente de ensino e aprendizagem em matemática, situado dentro do paradigma denominado cenários para investigação e ao mesmo tempo crítico. Os projetos de matemática elucidados pelo autor contemplam essa preocupação de envolver os alunos na ampliação e compreensão da realidade socioeconômica, cultural e política na qual estão inseridos. Destaco, dentre os exemplos trazidos pelo autor, o projeto de matemática desenvolvido com crianças entre 10 e 11 anos de uma escola da Dinamarca que explorou a construção de um clube juvenil, bem como da investigação da importância e do papel social desses clubes para as famílias e a comunidade à qual pertenciam.

Dentre os diversos trabalhos que contemplam o desenvolvimento de projetos de modelagem matemática e que, ao mesmo tempo, são orientadas pela concepção da Educação Matemática Crítica, chamou-me a atenção a tese de Jacobini (2004). Em sua pesquisa, o autor orientou, dentre outros, um grupo de alunos universitários em um projeto de modelagem matemática, no qual procurou entender, analisar e construir o modelo matemático de tributação do imposto de renda adotado no Brasil. Esse trabalho

contou com a realização de um debate político dos alunos e professores envolvidos no projeto com a comunidade escolar universitária, no qual exploraram essa temática. O trabalho do autor também mostrou a possibilidade de se trabalhar com um tema socialmente relevante para o crescimento político dos envolvidos, o que favoreceu uma ampliação da compreensão acerca das injustiças sociais decorrentes do modelo dessa tributação utilizado em nosso país.

Entretanto, apesar de esses trabalhos mostrarem as potencialidades da construção de um ambiente de ensino de matemática alicerçado nos pilares da Educação Matemática Crítica, eles não evidenciaram como foi o processo de matematização da situação-problema explorada, nem tampouco as discussões e os procedimentos mobilizados e negociados pelo grupo de alunos envolvidos no projeto nessa direção. Apesar de entender que o objetivo desses trabalhos não tinha essa preocupação como foco, essa ‘lacuna’ suscitou em mim o desejo de ampliar o entendimento acerca desse propósito, ou seja, de como e de que forma o processo de matematização é construído e tecido nesses ambientes críticos de ensino-aprendizagem de matemática.

Diante dessa preocupação, vi a possibilidade de realizar uma pesquisa, em nível de doutorado, tendo como foco central buscar a compreensão de como se dá o processo de matematização em um ambiente no qual se desenvolve um projeto de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

Cabe ainda destacar, me apoiando em Barbosa (2006a, 2006b), que as atividades de modelagem na Educação Matemática, principalmente aquelas que são desenvolvidas por grupos de alunos, na forma de projetos, podem ser constituídas em um ambiente onde são mobilizados, construídos e estabelecidos importantes processos discursivos, direcionados tanto para as reflexões acerca do entendimento da problemática estudada, quanto para os processos que auxiliam nas decisões que dizem respeito à utilização da própria matemática como ferramenta de apoio. Dessa forma, procurei, nesta pesquisa, analisar a natureza da matemática que foi (ou poderia ser) construída num ambiente de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica, considerando, para isso, a dinâmica das relações dos envolvidos nas atividades do projeto.

Por meio das considerações sublinhadas acima, destaco que esta pesquisa se fundamenta numa perspectiva que busca compreender, através das **ações e enunciados travados pelos participantes do projeto** de modelagem, entender como se desenvolve o processo de matematização no ambiente ali construído, e adoto, como paradigma metodológico, a **abordagem qualitativa** na construção da mesma.

A tese está organizada em sete capítulos. O primeiro capítulo contempla reflexões acerca dos propósitos e da importância da inserção da modelagem na Educação Matemática. Destaquei as perspectivas de modelagem existentes no campo da literatura mundial da área, bem como apontei como e porque uma dessas perspectivas, denominada de perspectiva sociocrítica, se alinha com os propósitos e a concepção de educação assumida e considerada relevante para o desenvolvimento desta pesquisa. Além disso, será apresentado e discutido o conceito de matematização vislumbrado por Freudenthal (1973), e reelaborado por Treffers (1987) na forma de matematização horizontal e vertical, considerando o âmbito da Educação Matemática.

O Capítulo 2 dedica-se às reflexões sobre as contribuições de duas “escolas” de pensamento consideradas importantes para o entendimento da necessidade de se desenvolver nos seres humanos uma forma de consciência capaz de subsidiá-los no processo de sua emancipação, principalmente frente a um mundo onde as relações nele existentes insistem em mantê-los ajustados. A Escola de Frankfurt, com sua Teoria Crítica, e a concepção de educação de Paulo Freire serão postas em relevo, destacando o potencial pedagógico das mesmas na direção da construção de uma educação (matemática) crítica.

O Capítulo 3 contempla reflexões acerca da Educação Matemática. Nele, destacarei a importância de se estruturar a Educação Matemática de uma forma menos disciplinar, rígida e exclusivamente propedêutica. A necessidade do ensino de matemática voltar-se para uma formação holística, principalmente na direção de desenvolver uma “tonalidade política” nos educandos conforme propõe D’Ambrósio (2008), guiará as principais reflexões desse capítulo. Além disso, apresento a concepção de Educação Matemática que procuro desenvolver neste trabalho e destaco o que compreendo quando falo em matematização crítica em projetos de modelagem matemática.

O quarto capítulo é reservado para a apresentação da opção metodológica utilizada na pesquisa e da escolha dos procedimentos metodológicos adotados na produção do material empírico. Além disso, apresento a teoria do discurso de Bakhtin que me acompanha nas análises dos processos discursivos instaurados pelos participantes da pesquisa no projeto de modelagem.

O Capítulo 5 apresenta o contexto no qual o projeto foi desenvolvido, destacando os procedimentos adotados na escolha dos sujeitos participantes desta pesquisa, bem como o perfil dos mesmos.

No sexto e sétimo capítulos destacam-se a forma como foi desenvolvido todo o projeto pelo grupo de alunos voluntários, acompanhado da construção de uma análise dos principais resultados observados à luz do referencial teórico adotado.

Enfim, esta pesquisa possibilitou compreender como o processo de matematização foi construído e tecido em um ambiente de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Procurei identificar as vozes que foram mobilizadas e confrontadas nesse ambiente e que, de certa forma, subsidiaram o processo de matematização empreendido pelo grupo de alunos que participou do projeto.

CAPÍTULO 1

MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

1.1. Modelagem matemática e os propósitos de sua inserção na Educação Matemática

Modelagem matemática na Educação Matemática pode ser compreendida como um processo que conduz à exploração e à resolução de uma situação-problema aberta, original e não-fictícia, por meio da matemática. Com isso, quero destacar que o termo modelagem é mais bem compreendido quando se utiliza a matemática para investigar algum problema real relacionado a outra área do conhecimento. Entretanto, no âmbito da educação, principalmente considerando os níveis mais elementares, conforme aponta Blum (1993, p.5), podem ser encontrados problemas artificiais “disfarçados de problemas verdadeiramente reais” que norteiam as atividades investigativas matemáticas, e que também recebem a denominação de modelagem matemática. Apesar de entender que situações não-fictícias tomam um lugar de destaque quando se fala em modelagem, a utilização de problemas artificiais tem igualmente um valor didático que não deve ser desconsiderado no cenário da Educação Matemática.

Outro fato que a literatura do campo da modelagem contempla é que situações-problema investigadas dentro da própria matemática também podem configurar-se como modelagem matemática, conforme mostrarei, na sequência deste capítulo, quando apresentar as concepções de modelagens sugeridas por Kaiser e Siramam (2006) advindas de suas análises da literatura mundial do campo de investigação da modelagem matemática. Antes, porém, apontarei como Blum e Niss (1991) destacam a importância da inserção da modelagem nos diversos níveis de ensino de matemática, apresentando os argumentos favoráveis que norteiam essa inclusão para a Educação Matemática, e assumirei como um desses argumentos é particularmente importante para os propósitos desta pesquisa.

Blum e Niss (1991, p.42-43) sublinham que a partir da década de oitenta iniciou-se uma tendência mundial voltada para a inserção da modelagem na Educação Matemática, destacando o crescimento de pesquisas e de práticas educacionais voltadas para esse interesse. Os autores apontaram, ao analisar os propósitos apresentados na

literatura do campo que justificavam a importância do emprego da modelagem na pesquisa e no ensino, cinco argumentos: O “argumento formativo”, o “argumento da competência crítica”, o “argumento utilitarista”, o “argumento da visão da matemática” e o “argumento da promoção da aprendizagem da matemática.”

O “argumento formativo” enfatiza que a modelagem é um meio adequado para desenvolver atitudes e competências gerais nos alunos. Particularmente há um entendimento de que a modelagem pode auxiliar o interesse dos alunos pela descoberta de problemas, bem como pelo desenvolvimento da capacidade de resolução dos mesmos. Vislumbra-se o desenvolvimento da capacidade heurística de resolução de problemas e, dessa forma, o favorecimento dos aspectos relacionados à formação dos alunos.

O “argumento da competência crítica” enfatiza que a modelagem pode auxiliar a preparação dos alunos para atuarem como cidadãos críticos e esclarecidos no seu universo social e cultural. O objetivo central dessa competência crítica é possibilitar que os alunos reconheçam, compreendam, analisem e avaliem situações-problema socialmente relevantes através da matemática.

O “argumento utilitarista” enfatiza que o ensino de matemática pode ter o propósito de auxiliar os estudantes a resolver problemas de outras áreas do conhecimento. Nesse contexto, espera-se que o ensino de matemática, através da modelagem, seja capaz de colocar ênfase na resolução de problemas práticos, dentro dos quais a capacidade de se utilizar a matemática dentro de contextos não matemáticos seja colocada em um plano maior.

O “argumento da visão da matemática” enfatiza que um dos importantes objetivos da Educação Matemática é oferecer uma rica e completa imagem da matemática, seja como ciência ou como um campo de atividade sociocultural. Dessa forma, a modelagem deve ocupar um lugar de destaque no currículo de matemática, uma vez que dentro dessa visão há o entendimento de que a mesma possibilita o desenvolvimento dessa imagem da matemática.

O argumento da “promoção da aprendizagem” em matemática enfatiza que a incorporação da modelagem tem o potencial de auxiliar os estudantes na aprendizagem dos conceitos da disciplina. Dessa maneira, entende-se que a modelagem pode ser um meio de motivar os estudantes para estudar assuntos relevantes da própria matemática, na medida em que os possibilita a pensarem matematicamente.

Esses argumentos condensados por Blum e Niss (1991) mostram, de certa forma, que a modelagem pode e vem sendo utilizada dentro de uma variedade de intenções. Entretanto, esses argumentos eram usados quando a modelagem e seus propósitos ainda eram pouco conhecidos na Educação Matemática. A utilização desses argumentos na literatura do campo se dava mais na direção de uma defesa da inserção da modelagem matemática como uma alternativa pedagógica. O interesse subjacente a essa defesa estava voltado para o desenvolvimento de programas com estrutura menos rígida e estática de ensino de Matemática, seja no ensino básico, em cursos de graduação ou de pós-graduação, conforme pode se observar nos apontamentos de Bassanezi (2004).

Entretanto, tal como destacou Niss (2001), o campo da modelagem matemática superou a fase da defesa da inserção da modelagem na Educação Matemática e passa a entrar, a partir dos anos 2000, na fase da maturação. Tal como destaca Araújo (2010), esta fase tem como principal característica primar pela construção de um diálogo permanente entre pesquisas e práticas educacionais envolvendo a modelagem no âmbito da Educação Matemática. Segundo Araújo (2010), a importância desse diálogo está na busca do rigor metodológico, tão necessário para o fortalecimento do campo da modelagem na Educação Matemática.

Cabe destacar que a concepção de modelagem que venho procurando desenvolver não se restringe à adoção da mesma como uma estratégia para o ensino de matemática, ela tem relações estreitas com o argumento da competência crítica apontado por Blum e Niss (1991), e tem suas raízes na Educação Matemática Crítica. Para além de utilizar a modelagem como uma estratégia de ensino, a modelagem, na concepção da Educação Matemática Crítica, assume a preocupação de desenvolver, junto aos alunos, o exercício de poder de análise da realidade sociocultural dos mesmos, o que “é um primeiro passo para influir nessa realidade” (D’AMBRÓSIO, 1986, p.64).

Conforme mostrarei na sequência, a modelagem, compreendida assim, localiza-se em uma perspectiva denominada sociocrítica. Para explicar os propósitos desta concepção de modelagem na Educação Matemática, bem como de outras concepções existentes na literatura mundial do campo, recorrerei ao sistema de classificação proposto por Kaiser e Sriraman (2006) na revista *ZDM The International Journal on Mathematics Education* dedicada à modelagem na Educação Matemática.

1.2. A diversidade de concepções de modelagem no cenário educativo mundial

Kaiser e Sriraman (2006) numa tentativa de analisar as concepções de modelagem desenvolvidas dentro da discussão internacional do campo mostraram que “não existe um entendimento homogêneo de modelagem e seus contextos epistemológicos.” (p. 302). Baseando suas análises na literatura gerada principalmente pelo ICTMA (*International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling*) e pelo ICME, (*International Congresso on Mathematical Education*), os autores propuseram um sistema de classificação que distingue seis perspectivas de modelagem, relacionando-as com seus principais e diferentes objetivos: perspectiva realística, epistemológica, contextual, educacional, sociocrítica e cognitiva (KAISER e SRIRAMAN, 2006, p.305).

Segundo os autores, “uma aparente terminologia uniforme e seu uso mascaram uma grande variedade de abordagens” (*Ibid.* p. 305). Por exemplo, dentro da perspectiva realística, a utilização da modelagem tem como objetivo fins pragmáticos e utilitários. Dessa forma, a modelagem é entendida como uma atividade para resolver problemas autênticos, dentro dos quais os exemplos da indústria e da ciência são tomados como importantes. O interesse central é habilitar ou promover competências de modelagem aos estudantes e, portanto, aproximar a prática de modelagem à de matemáticos aplicados.

Em contraste com a perspectiva realística, a perspectiva epistemológica foca seu objetivo no desenvolvimento da teoria, dando menos importância para aspectos da realidade. Dessa forma, tanto tópicos fora ou no interior da matemática são tomados como igualmente importantes, não se limitando a modelagem para a “matematização de questões não matemáticas”. Segundo os autores, a perspectiva epistemológica segue a distinção desenvolvida por Treffers (1987), citado por Kaiser e Sriraman (2006), na qual uma *matematização horizontal* em modelagem indica o caminho da realidade para a matemática, e uma *matematização vertical* significa o trabalho dentro da própria matemática (KAISER e SRIRAMAN, 2006, p. 305).

A perspectiva educacional confere à modelagem um meio para a estruturação do ensino e aprendizagem de matemática. Diante disso, exemplos da realidade e suas inter-relações com a matemática são considerados como elementos centrais para atingir tal

propósito. Assim como a perspectiva educacional, a perspectiva contextual utiliza a modelagem para a aquisição do conhecimento matemático dos alunos. Entretanto, o que a diferencia da perspectiva educacional é que as atividades de modelagem são acompanhadas e analisadas considerando conceitos psicológicos. O objetivo é entender como as atividades de modelagem permitem aos estudantes produzir sentido nas situações, abrindo, dessa forma, a possibilidade pedagógica de auxiliar os alunos na invenção e extensão de suas próprias construções matemáticas.

A perspectiva cognitiva tem interesse em pesquisa e visa analisar e compreender os processos cognitivos que ocorrem durante as atividades de modelagem.

A perspectiva sociocrítica está relacionada com o desenvolvimento dos aspectos socioculturais da matemática. A ênfase está no entendimento do papel da matemática na sociedade, nas consequências sociais e políticas quando a mesma é utilizada como um instrumento de poder para delinear certas decisões políticas e sociais ou formatar a sociedade. Dessa forma, entende-se que as atividades de modelagem podem dar suporte para o desenvolvimento de discussões reflexivas entre os alunos, visando promover o pensamento crítico sobre o papel, a natureza e a função dos modelos matemáticos numa sociedade altamente tecnológica como a que vivemos (BARBOSA, 2006b).

Kaiser e Sriraman (2006) destacam que as atuais perspectivas de modelagem se relacionam com perspectivas anteriores, onde predominavam duas perspectivas de modelagem matemática: a perspectiva pragmática e a perspectiva científico-humanista.

Segundo as autoras a perspectiva pragmática é concebida quando o foco do uso da modelagem na Educação Matemática está voltado para favorecer o desenvolvimento das habilidades dos alunos na resolução de problemas práticos. O objetivo central é utilizar a matemática como um instrumental para construção de modelos matemáticos ou aproximar as atividades dos alunos daquelas dos modeladores profissionais. Dentro desse interesse, a matemática, bem como a organização de seu currículo, é concebida para atender a esse caráter utilitário (BARBOSA, 2001, p.3). Já a perspectiva científico-humanista é concebida quando a matemática é utilizada como uma ciência, de ideal humanístico, dentro do qual se espera que os educandos possam desenvolver habilidades para criar relações entre a matemática e outras ciências.

Barbosa (2001, 2006b) destaca que a perspectiva sociocrítica é uma alternativa àquelas perspectivas que utilizam a modelagem como “conteúdo”, como na perspectiva realística ou pragmática, ou como um “meio” para se ensinar matemática como na perspectiva educacional ou científico-humanística. O autor sublinha que a perspectiva

sociocrítica tem como um dos objetivos centrais buscar desenvolver “reflexões sobre o papel da matemática na sociedade, fazendo uso dos estudos acerca da dimensão sociocultural da matemática e, em particular, da natureza crítica dos modelos matemáticos na sociedade” (BARBOSA, 2006 b, p. 293).

Segundo Skovsmose (2007) o mundo atual é marcado em sua organização estrutural, social e política pela ação da matemática, principalmente em função da utilização de uma gama de modelos matemáticos para esse fim. O autor enfatiza que a matemática nem sempre é utilizada para fazer descrições de fenômenos do nosso mundo, mas também se torna a base para a tomada de decisões, de tal forma que essas decisões se transformam em ações moldando e modificando nossa realidade. Essa “gama de decisões políticas concernentes a uma ampla gama de assuntos sociais é intimamente conectada à aplicação de modelos” (SKOVSMOSE, 2005, p.42).

Considerar esses aspectos no campo da Educação Matemática é importante, uma vez que o uso extensivo de modelagem matemática em nossa sociedade pode limitar a participação democrática dos homens no processo de tomada de decisões. As incertezas advindas desse processo devem ser tomadas como objeto de reflexão e crítica dentro da Educação Matemática Crítica.

Cabe ainda destacar que uma concepção de modelagem que procuro adotar nessa pesquisa se enquadra na perspectiva sociocrítica, uma vez que busco entender o processo de matematização em um ambiente de modelagem sustentado pela Educação Matemática Crítica que tem preocupações coerentes com aquelas apontadas por essa perspectiva.

O entendimento de conceitos como matematização, modelagem matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica, e matematização crítica, bem como da relação dos processos de matematização em ambientes de ensino e aprendizagem sustentados por uma concepção de ensino que prioriza uma educação (matemática) crítica, são objetos de análise e ocupam um lugar de destaque para o entendimento das questões postas por esta pesquisa. Começarei com o conceito de matematização, que será apresentado e discutido na próxima seção. As discussões acerca do entendimento sobre o desenvolvimento de uma concepção de educação de ensino de Matemática sustentada por uma educação crítica serão apresentadas no segundo e terceiro capítulos desta tese.

1.3. Matematização: a matemática vista como uma atividade humana

Nesta tese, me interessei pela compreensão de como se dão os processos de matematização em projetos de modelagem, bem como pela diferenciação dos propósitos dessa matematização quando se leva em consideração as concepções de modelagem explicitadas na literatura do campo. Cabe sublinhar que o conceito de matematização assume uma importância significativa nesta pesquisa, merecendo, dessa forma, uma análise mais criteriosa de como e porque esse termo foi e vem sendo utilizado no campo da Educação Matemática.

Uma concepção de Educação Matemática que entende que a matemática é uma atividade humana foi defendida por Freudenthal (1973,1991). Em seus trabalhos, o autor destaca que um ensino de matemática de forma abstrata e igualmente distante da realidade dos alunos, como apontou que era preconizado pelo movimento denominado da matemática moderna dos anos sessenta do século passado, é altamente problemático. Ele defendia que não se deve desconsiderar a importância da abstração, destacando inclusive que uma das principais características da matemática é seu poder de generalização. Entretanto, entende que para se chegar a esse propósito, a forma e o porquê de se ensinar matemática devem ser levados em consideração em Educação Matemática.

O autor sublinha que a matemática não deve ser ensinada como um produto pronto e pré-determinado, mas ao contrário, ela deve ser ensinada de uma forma que os alunos se comportem como investigadores matemáticos, construindo e fazendo matemática. Segundo Gravemeijer e Terwel (2000), o emprego do termo “matematizar”, na obra de Freudenthal, é utilizado para enfatizar que a matemática é uma atividade humana que contempla duas características essenciais: uma atividade de resolução de problemas e outra de organização de uma disciplina. Como atividade de resolução de problemas os alunos devem ser orientados a trabalhar com temas próximos de sua realidade, de sua vida cotidiana, ou com temas dentro da própria matemática que não estejam afastados de suas experiências escolares. Levando isso em consideração, o autor preconiza que as atividades devem ser organizadas de maneira que sejam tangíveis e imagináveis pelos alunos, enfatizando temas relacionados com a realidade dos mesmos, bem como temas relacionados com a própria matemática. Ou seja, as atividades devem priorizar tanto as aplicações da matemática quanto temas relacionados

com questões internalistas da mesma. Para o autor, a familiarização dos alunos com uma organização de ensino de matemática que contemple a resolução de problemas aplicados ou dentro da própria matemática possibilita-os fazer “mais matemática”. O autor destaca que não existe matemática na sala de aula, e sim “matematização” (FREUDENTHAL, 1973, p. 134).

Como atividade de organização de uma disciplina, a obra de Freudenthal traz importantes reflexões acerca da importância do desenvolvimento do currículo de matemática contar com uma dinâmica onde se estabeleça um diálogo entre professores, alunos e demais profissionais ligados à teoria curricular. Segundo Gravemeijer e Terwel (2000) as ideias defendidas por Freudenthal desafiaram a teoria curricular de seu tempo, uma vez que propunha que o desenvolvimento curricular não deveria ser conduzido nas cúpulas acadêmicas, mas nas escolas, em colaboração com os professores e estudantes.

A contribuição do matemático e educador matemático está na difusão de sua concepção de ensino, dentro da qual o aluno deve aprender matemática não como um sistema fechado, mas, sobretudo como uma atividade que inclui um processo de matematizar tanto a realidade quanto a própria matemática. Entretanto, o conceito de matematização de Freudenthal foi reelaborado por Treffers (1987) que, dentro de um contexto educacional, formulou a ideia de a matematização acontecer sob duas formas: a matematização horizontal e a matematização vertical. Uma distinção entre essas duas formas de matematização pode ser entendida da seguinte forma: a matematização horizontal é aquela na qual os alunos convertem uma situação-problema ligada à realidade dos mesmos em um problema matemático. Dessa maneira, as ferramentas matemáticas são utilizadas pelos alunos para organizar e resolver tais problemas. Já a matematização vertical é concebida quando a própria matemática é tomada como objeto de estudo. Admite-se, portanto, que uma matemática vertical seja desenvolvida quando os alunos investigam temas ligados à natureza interna da matemática. Quando, por exemplo, uma situação-problema relacionada especificamente com a natureza interna da matemática é colocada de uma forma que induz ou motive os alunos a comparar, a discutir e até compartilhar os diferentes caminhos e estratégias construídas na resolução da mesma, eles estão matematizando de forma verticalizada.

Uma matematização crítica, tal como pretendo discutir nesta tese, está associada como uma matematização (horizontal) desenvolvida em projetos de modelagem. Entretanto, a denominação crítica deve estar associada a um processo de matematização que não está voltado apenas para a construção do modelo matemático da situação-

problema explorada, mas para uma análise criteriosa sobre a forma como as simplificações são discutidas e principalmente avaliadas para dar conta de representar uma realidade recortada.

Destaco que o processo de matematização empreendido nos projetos de modelagem matemática deve alimentar todo um procedimento holístico educacional que, segundo D'Ambrósio (1986), possibilita tanto o envolvimento quanto o crescimento dos alunos para situações socialmente relevantes do seu contexto sociocultural. Ou seja, a situação explorada ganha um caráter de importância conforme ela seja capaz de mobilizar os alunos no debate e no envolvimento de questões de relevância social.

Essa forma de conceber, de forma crítica, a modelagem na Educação Matemática se alinha com as ideias difundidas por D'Ambrósio (1986). O autor enfatiza que matemática deve carregar esse propósito de desenvolver uma educação holística e, portanto, menos reducionista ou voltada para atender apenas aspectos relacionados à própria disciplina. Dentro desse interesse o autor reconhece que a modelagem é um dos importantes instrumentos que pode potencializar um ensino de matemática integrado e global, dentro do qual há o propósito de fazer com que os seres humanos, através da educação, tenham consciência de sua posição na realidade sociocultural.

Aqui, devo sublinhar que a educação holística é concebida, segundo a concepção educacional elucidada por Freire (2003), que defende o desenvolvimento de uma educação que incorpore uma visão dinâmica da existência humana e da relação que homens e mulheres podem desenvolver com o mundo em que vivem. Dessa forma, entender os seres humanos nesta relação implica em utilizar a educação como um instrumento que desenvolva, de forma equilibrada, todas as potencialidades da existência humana na sua relação com o mundo como: “corpo, mente, coração, sentimentos, emoções, sentido, intelecto, razão, consciência, dentre outras” (ZITOSKI, 2010, p.22).

Para atender a essa prerrogativa, e ao mesmo tempo, pensando em uma forma de trabalhar com a modelagem dentro de uma concepção crítica de Educação, utilizarei, na próxima seção, um esquema de modelagem trazido por D'Ambrósio (1986, p.66), no qual ele sintetiza o seu entendimento de como um processo de modelagem pode ser desenvolvido, seja na forma de tarefas de matemática menos extensas, ou naquelas que necessitam de pesquisa e ações conjuntas prolongadas entre professores e alunos num

tempo maior, como nos projetos de modelagem matemática, que geralmente demandam um tempo mais prolongado.

Por meio do esquema proposto procuro mostrar como um processo de matematização, numa perspectiva crítica de educação, pode ser contemplado em projetos de modelagem.

1.3.1. A matematização crítica em projetos de modelagem

Segundo D'Ambrósio (1986) em um projeto de modelagem, professores e alunos devem construir uma associação de forma que as ações ali empreendidas possam favorecer o crescimento social e intelectual dos envolvidos no processo. É a partir desse contexto que o autor explica o seu entendimento do processo de modelagem destacado na FIG. 1.

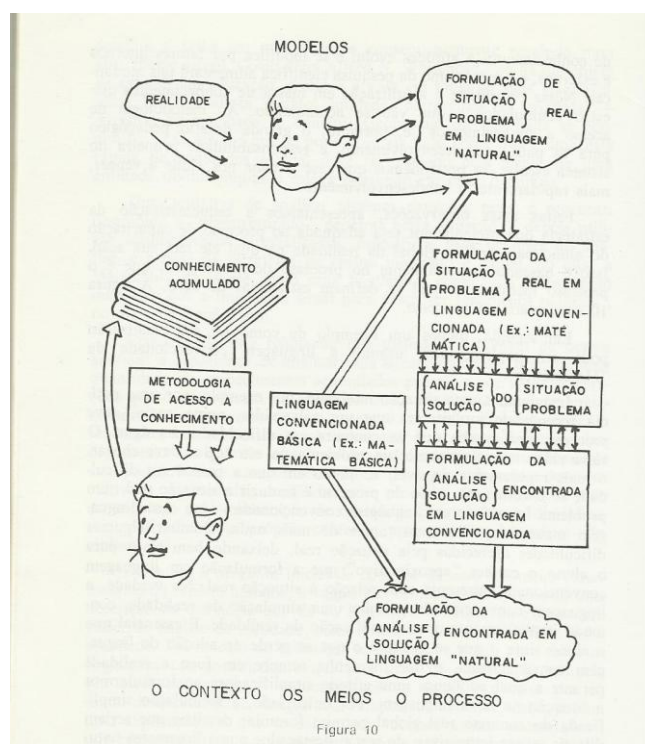


FIGURA 1 - O processo de Modelagem segundo D'Ambrósio

Fonte: D'AMBRÓSIO, 1986, p. 66.

Para o autor, o processo de modelagem matemática se inicia com a exploração e a tradução de uma situação-problema real do universo sociocultural dos envolvidos. Uma situação-problema da realidade é investigada em sua “linguagem natural”, ou seja,

não matemática. Um segundo e importante passo é delimitar a situação explorada, permitindo que a mesma seja trabalhada no universo da linguagem matemática, ou através dos símbolos matemáticos propriamente ditos. Esta etapa do processo é que é denominada de matematização. Toda essa organização dos dados, que inclui a simplificação dos mesmos, visa possibilitar a utilização de ferramentas matemáticas para explorar, usando a simbologia apropriada, a questão investigada. Segundo o autor, esse processo de simplificação é que dá o tom do “caráter aproximativo que a linguagem convencional (matemática) apresenta em relação à situação real” (D’Ambrósio, 1986, p.65). Para ele, esta etapa é considerada como essencial, uma vez que o aluno deve entender que tal simplificação é que permitirá que o processo de matematização se desenvolva.

Um processo de matematização que se restringe à decodificação da situação explorada na linguagem natural para a linguagem matemática, e que não se preocupa em mobilizar os envolvidos na busca da compreensão crítica acerca da realidade do seu entorno sociocultural e político, não pode ser considerado como uma matematização crítica. É importante esclarecer que tal simplificação permite analisar uma situação recortada da realidade investigada, ou seja, o mundo é analisado numa perspectiva em que “a matemática é trazida para gerar uma descrição de um mundo visto de uma forma particular” (CRISTENSEN *et al.*, 2008, p.83). Um processo de matematização que abarca uma concepção crítica de educação deve também contemplar discussões na direção do entendimento de que a matemática não é a única forma de conhecimento que dá conta de descrever o mundo tal como ele é. Uma crítica à própria matemática no sentido de não tomá-la como superior dentre todas as ciências deveria ser contemplada no processo educativo.

Além disso, o processo de matematização na concepção de modelagem que procuro desenvolver não se restringe à construção do modelo matemático para a representação da situação-problema explorada. Dentro dessa concepção educativa que abraço, a análise da situação simplificada e recortada, e que viabiliza a construção do modelo matemático, não deve desconsiderar o entendimento ampliado da situação global que estava na origem do projeto. Destaco ainda que uma matematização crítica em projetos de modelagem busca se constituir e se estabelecer como sendo socialmente relevante para os alunos envolvidos no processo.

Trabalhos da literatura da modelagem matemática que são desenvolvidos na perspectiva da Educação Matemática Crítica serão trazidos no capítulo 3, no qual

focalizarei a forma como o processo de matematização, empreendido nos projetos de modelagem, alimenta todo um processo holístico educacional que, segundo D'Ambrósio (1986), possibilitam tanto o envolvimento quanto o crescimento dos alunos para situações socialmente relevantes do seu contexto sociocultural. Ou seja, a situação explorada ganha um caráter de importância conforme ela seja capaz de mobilizar os alunos no debate e no envolvimento de questões de relevância social.

Quando aponto que o argumento da competência crítica destacado por Blum e Niss (1991) é importante para os propósitos desta pesquisa, quero, com isso, enfatizar que uma concepção de modelagem matemática que vislumbra desenvolver essa tomada de consciência de homens e mulheres requer, igualmente, o desenvolvimento de uma “tonalidade política” tal qual apontou D'Ambrósio (2008, p.87). Desta forma, entendo que essa tonalidade política pode ser potencializada através da construção de uma concepção de educação global e holística que permita, acima de tudo, que o olhar dos seres humanos se estendam para além da atualidade dos acontecimentos.

Desta forma, me apoio em Negt e Kluger (1999) quando me refiro a esse propósito de desenvolver nos homens e mulheres essa capacidade de ampliação de suas visões e integração ao mundo em que vivem.

Segundo Negt e Kluger (1999, p.26) os seres humanos devem ganhar tempo necessário para que consigam, de forma coletiva, construir respostas políticas que fomentem a sua “lenta integração” à comunidade. Dessa forma, segundo os autores, o que caracteriza esse lento processo de integração dos seres humanos ao seu mundo é a “produção dessa reserva de tempo” (NEGT, KLUGER, 1999, p.26). Essa reserva de tempo está relacionada com o desenvolvimento da capacidade dos seres humanos usarem o tempo livre de que dispõem, não com interesses próprios, mas, sobretudo, voltados para estabelecer vínculos socialmente relevantes para o desenvolvimento da comunidade a qual fazem parte. É dentro desse interesse e contexto que a modelagem matemática é referendada numa concepção crítica de educação que destacarei ao longo desta tese. Desta forma, entendo que uma educação crítica pode contribuir na direção de auxiliar e convidar alunos, professores e demais envolvidos no processo educacional, a não esperar que a realidade de concreto armado das relações existentes no mundo contemporâneo os aprisionem, nem tampouco os emburreçam, tal como destacaram Negt e Kluger (1999).

O conceito de político aqui deve ser entendido dentro de uma ampla gama de interesses sociais sobre os quais uma dada coletividade se mobiliza. Tal como refletem

acerca dessa temática, os autores Neget e Kluge (1999) sublinham que “Na conta geral de uma sociedade, o aspecto político não se pode reduzir. Ele é constantemente e continuamente produzido pela luta de poder e pelo antagonismo de classe (NEGET; KLUGE, 1999). Além disso, o conceito de desenvolvimento político que abraço tem conexões estreitas com o que Freire (2003) denomina de vocação ontológica dos seres humanos em *serem mais*. O ser mais significa compreender que a realidade social não existe por acaso, mas como produto da ação histórica dos seres humanos. O ser mais significa, da mesma forma, compreender que tal realidade não pode ser transformada por acaso, mas exige igualmente a compreensão de que se os homens e as mulheres “são os produtores desta realidade e se esta, na “inversão da práxis” se volta contra eles e os condiciona, transformar a realidade é tarefa histórica”, é tarefa dos homens” (FREIRE, p.37)

Uma discussão sobre essa temática será trazida no próximo capítulo, no qual destacarei duas escolas de pensamento crítico voltadas para os processos que vislumbram o desenvolvimento do olhar consciente e crítico de homens e mulheres acerca do seu tempo e espaço sociocultural. Escolas que estão na base da concepção da Educação Matemática Crítica, conforme será destacado no capítulo 2.

CAPÍTULO 2

A TEORIA CRÍTICA DA ESCOLA DE FRANKFURT E A CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO DE PAULO FREIRE

Este capítulo tem como objetivo elucidar as contribuições de duas “escolas” de pensamento consideradas importantes para a construção de uma Educação Crítica: a Teoria Crítica da Escola de Frankfurt e a Concepção de Educação de Paulo Freire. Assim, as seções 2.1 a 2.5 são dedicadas às reflexões e às ideias construídas pelos teóricos críticos da Escola de Frankfurt, destacando aí o potencial pedagógico da busca imanente do “esclarecimento Kantiniano” dos homens para a sua emancipação. Nas seções seguintes, trago o pensamento pedagógico de Paulo Freire. Para isso, procuro destacar a educação problematizadora e dialógica, considerada e defendida pelo autor como um dos principais instrumentos para auxiliar os homens a desenvolver uma consciência crítica e vivenciar a experiência democrática.

As principais reflexões aqui desenvolvidas servirão de apoio para justificar as ideias defendidas pelo movimento denominado de Educação Matemática Crítica, movimento pelo qual me interesso e que, por esse motivo, possibilitou que essa pesquisa fosse desenvolvida. Isto será feito no capítulo subsequente.

2.1. A Teoria Crítica da Escola de Frankfurt

Nos anos 20 do século XX, nasce o Instituto de Pesquisa Social na cidade alemã de Frankfurt, dentro do qual se tornaram membros e se destacaram teóricos sociais críticos como Adorno, Benjamim e Marcuse. Trata-se de uma escola de pensamento filosófico cujo legado do trabalho teórico desenvolvido pelos membros do Instituto é denominado e reconhecido como *Teoria Crítica da Escola de Frankfurt*.

O que caracterizou a corrente de pensamento da Escola de Frankfurt foi seu projeto de reconstruir o significado e a possibilidade de emancipação de homens e mulheres numa sociedade capitalista que se fortalecia ao mesmo tempo em que emergiam novas formas de dominação humana.

Cabe destacar que o contexto social e histórico em que as ideias dos teóricos da Escola de Frankfurt foram inicialmente construídas era caracterizado pelo crescente poder hegemônico capitalista na sociedade. Além disso, o fracasso de uma classe trabalhadora europeia em contestar, de uma forma revolucionária, o avanço do capitalismo, bem como o surgimento de regimes totalitários como o nazismo e o fascismo, evidenciavam novas formas de poder e dominação do homem.

Todo esse panorama efervescente da sociedade moderna contribuiu sobremaneira para que a Escola de Frankfurt problematizasse, segundo Giroux (1986, p.25), “os princípios doutrinários marxistas” como base para a construção de uma teoria social, principalmente para criar categorias teóricas que conseguissem analisar e compreender essa nova forma de dominação e ação política sobre os seres humanos dentro dessa iminente configuração social que se estabelecia.

Segundo Giroux (1986, p.25-26), as bases para a construção de uma teoria social não poderiam estar assentadas nos princípios marxistas tradicionais como: “a primazia do modo de produção na construção da história” e “a noção de que a luta de classes assim como os mecanismos de dominação ocorrem principalmente dentro dos limites do processo de trabalho”. Esses princípios foram problematizados pelos teóricos da Escola de Frankfurt como base de sustentação e construção de uma Teoria Crítica, já que os teóricos da Escola de Frankfurt entendiam que suas pesquisas deveriam enfatizar os processos de dominação dos seres humanos dentro da esfera da cultura, e “nas questões de como a subjetividade é constituída” no interior desse novo campo de dominação, categorias estas não contempladas pelo marxismo tradicional¹.

Um dos pontos cruciais da Teoria Crítica foi buscar uma compreensão profunda para os processos históricos que levaram os seres humanos a se perderem diante dessa nova configuração social, econômica e cultural advindos do avanço hegemônico do regime capitalista na sociedade. Sua preocupação também estava em resgatar o sujeito ativo, entendido como aquele que se posiciona e reage diante de uma realidade que tenta aprisioná-lo.

¹ Não se pode desconsiderar que a Teoria Crítica problematizou, de uma forma sistematizada e ampliada, o conflito histórico entre duas correntes filosóficas de pensamento, como aquela que se apoia e é influenciada pelo positivismo (Teoria Tradicional) e aquela advinda do pensamento marxista. Se a primeira dessas correntes é caracterizada por uma forma de pensamento conservadora e sistêmica, a segunda é alimentada por uma dimensão humanista e libertadora (PUCCI, 1995).

O conceito de “esclarecimento” de Kant foi utilizado pelos teóricos de Frankfurt para alimentar a Teoria Crítica, e auxiliou na construção de uma estrutura de pensamento para o entendimento dessa temática. O esforço foi compreender como os seres humanos poderiam se livrar da sua condição de menoridade e das amarras que os levavam a serem tutelados por outrem.

2.1.1. A busca do esclarecimento e a influência de Kant na Teoria Crítica da Escola de Frankfurt

Kant apontava a via do esclarecimento como pressuposto básico para o homem sair de seu estado de menoridade. No texto *O que é esclarecimento* Kant (2010) ressalta que é possível que um público se esclareça se lhe for dada a liberdade, liberdade esta pensada no exercício e na possibilidade dos seres humanos fazerem uso “público de sua razão” em todas as questões (KANT, 2010, p.65).

Uso público da razão se configura como a forma de esclarecimento no qual os seres humanos podem raciocinar e se posicionar como cidadãos do mundo. Entretanto, quando a liberdade dos seres humanos for limitada ou cerceada, eles poderão fazer uso “privado da razão” (KANT, 2010, p.65). Uso privado da razão significa o uso limitado e doméstico da mesma como, por exemplo, uma pessoa o faz no exercício de uma determinada função que lhe foi confiada no trabalho na qual, para exercê-lo, deve obedecer a certas determinações da instituição e acatar regras. Entretanto, nada lhe impede de, na posição de cidadão do mundo, desenvolver uma consciência sobre as questões sociais e políticas que afligem sua realidade, e ao mesmo tempo, se posicionar diante das contradições ali produzidas.

Para Kant, fazer uso público da razão é o mesmo que buscar o esclarecimento, entendido como a manifestação política dos seres humanos para assegurarem a sua maioridade. Segundo o autor, seria um crime contra a natureza humana renunciar uma época ao esclarecimento, pois isto significaria “ferir e calcar aos pés os sagrados direitos da humanidade” (Kant, 2010, p.69).

Segundo Pucci (1995), Kant não propõe uma mudança radical da ordem estabelecida com a busca do esclarecimento, mas uma “revolução dentro da ordem” (PUCCI, 1995, p.21). O uso privado conjuntamente com o uso público da razão representam, portanto, essa forma de transformar o mundo de uma forma não

radical, uma vez que Kant entende que o esclarecimento dos seres humanos se dá de forma lenta e gradativa.

A dimensão emancipatória da razão Kantiana desenvolveu-se dentro de um contexto mundial em que os ideais da revolução francesa efervesciam. A busca de liberdade e igualdade era defendida pela burguesia francesa, e disseminava o germen emancipatório por toda a Europa, do qual Kant tomou partido favorável.

Dessa forma, Kant via nos ideais do iluminismo as potencialidades dos seres humanos fazerem uso público de sua razão em direção ao esclarecimento, e isso era justificado principalmente por seu país, a Alemanha, ser extremamente dividido e governado por déspotas (PUCCI, 1995).

2.1.2. O enfraquecimento da Razão emancipatória

No texto *Conceito de Iluminismo*, Horkheimer e Adorno (1975) mostram como a razão iluminista burguesa, em sua versão primeira, continha, de forma vinculada, as dimensões emancipatória e instrumental. Para os autores, a razão emancipatória se relacionava com os processos que conduziriam os seres humanos ao esclarecimento, enquanto que a razão instrumental era vista como preponderante para instrumentalizá-los em direção ao desenvolvimento da ciência, cujos benefícios se estenderiam a todos. Dessa forma, a razão instrumental estaria a serviço da razão emancipatória.

Porém, historicamente, a burguesia priorizou a razão instrumental para o desenvolvimento da ciência em prol do fortalecimento do capitalismo. A razão instrumental e o enfraquecimento da razão emancipatória serviriam, desta forma, como um meio para consolidar o poder político, econômico e social da classe burguesa.

Horkheimer e Adorno (1975) demonstraram que o programa iluminista se descaracterizou na era do capitalismo moderno, uma vez que o saber proporcionado pelo desenvolvimento da ciência estava a serviço da economia política burguesa, a qual impunha seu domínio e poder sobre as demais classes sociais. É importante destacar que os teóricos da Escola de Frankfurt expressavam uma forte crítica na “fê inabalável do modernismo na promessa de racionalidade iluminista para salvar o mundo” (GIROUX, 1986, p.26). Diante dessas considerações, os autores do texto

Conceito de Iluminismo deixam claro que o potencial libertador ligado à razão emancipatória foi ofuscado pelo processo histórico do fortalecimento da instrumentalização da razão.

Segundo Giroux (1986), os teóricos da Escola de Frankfurt, como Adorno, Horkheimer e Marcuse, acreditavam que essa forma de racionalização instrumental infiltrava fortemente em todas as esferas da vida cotidiana, seja por meio dos meios de comunicação de massa, como rádio e televisão, ou de organizações sociais que envolviam a educação e o trabalho.

Horkheimer e Adorno (1975) denunciam este processo que culminou com a ciência sendo utilizada para dominar não somente a natureza, mas também os próprios seres humanos.

A técnica é a essência desse saber. Seu objetivo não são os conceitos ou a imagem nem a felicidade da contemplação, mas o método, a exploração do trabalho dos outros, o capital. (...) O que os homens querem saber da natureza é como aplicá-la para dominar completamente os homens. (HORKHEIMER; ADORNO, 1975, p. 98).

Para Horkheimer e Adorno (1975), os seres humanos passaram a interpretar a vida de uma forma linear e positivista, na qual a “verdade” se transformou em sinônimo de lógica matemática. A vida matematizada substituiu o “conceito pela fórmula, a causa pela regra da probabilidade” (p. 98). Segundo Zuin *et al.* (2008), a lógica matemática positivista assume a dimensão absoluta, dentro da qual uma interpretação uniforme e linear da vida é valorizada, com a dimensão poética e subjetivista de interpretação da vida sendo desqualificada.

Essa forma tradicional e positivista de tratar tudo e todos como sendo um número, como “coisa” visando à multiplicação do poder dos seres humanos sobre si mesmos teve, segundo Horkheimer e Adorno (1975), um preço muito alto que foi a alienação do próprio ser humano, uma vez que a redução da força da razão emancipatória de Kant estava no cerne desse processo. Assim, a instrumentalização da razão por meio da ciência e da tecnologia neste processo foi usada para “coagir os homens à conformidade com o real” (HORKHEIMER; ADORNO, 1975, p.104).

Desta forma, a denúncia ao positivismo pelos autores foi no sentido de ele ocupar, com a razão instrumentalizada, o lugar da razão esclarecida Kantiana, e assim reduzir o pensar dos seres humanos e dificultar o pretenso processo de esclarecimento dos mesmos, uma vez que sua consciência foi domesticada,

coisificada. Para os autores, o ser humano deixou de lado o projeto inicial iluminista da exigência de “pensar o pensamento”.

O pensamento, para os teóricos da Escola de Frankfurt, deveria ser construído de forma dialética, no sentido de auxiliar a busca das verdades dos fatos e da realidade na qual o ser humano se insere. O pensar dialético requer a procura dos desdobramentos históricos e sociais imbricados com a realidade dos homens e mulheres. Segundo Giroux (1986, p.34), um dos elementos constitutivos da Teoria Crítica da Escola de Frankfurt se inspira “no dito de Nietzsche de que uma verdade deve ser criticada e não idolatrada.” Essa função desmascaradora da verdade incondicional representa o espírito crítico da Teoria Crítica e deve ser articulada ao pensamento dialético.

O pensamento dialético refere-se tanto à crítica quanto à reconstrução teórica. Enquanto modo de crítica, revela valores que são frequentemente negados pelo objeto social que analisa. A noção de dialética é crucial porque revela “a insuficiência e a imperfeição dos sistemas acabados de pensamento... Ela revela a incompletude onde se alega a completude. Ela abarca aquilo que é em termos daquilo que não é, e aquilo que é real em termos das potencialidades ainda não realizadas.” (HELD, 1980, *apud* GIROUX, 1986).

Dessa forma, a busca pela razão emancipatória dos seres humanos, de fazerem uso público de sua razão, é uma das utopias dos teóricos críticos de Frankfurt. As formas históricas e sociais com que homens e mulheres, sob o domínio dos próprios seres humanos, foram extirpados da sua consciência devem ser entendidas para que se inicie uma nova busca pelo fortalecimento da razão emancipatória e libertatória dos mesmos. (PUCCI, 1995).

Diante disso, podemos perceber como a própria valorização da razão instrumental conduziu os seres humanos para o seu processo de alienação, amparada pela uniformização de suas funções intelectuais, que os impedem de pensar sobre si mesmos, uma vez que suas ações sempre estão de forma implícita e explícita tuteladas por outrem, fazendo-os permanecer na minoridade destacada por Kant.

Para os teóricos de Frankfurt, o resgate da luta pelo esclarecimento é uma exigência política a ser perseguida, e será objeto de suas reflexões e contribuições visando o processo de emancipação dos seres humanos.

2.1.3. A busca do fortalecimento da razão emancipatória

A crítica que os filósofos da Escola de Frankfurt construíram a respeito do predomínio da razão instrumental na constituição da sociedade contemporânea, bem como dos processos históricos que fizeram com que os seres humanos permanecessem no seu estado de menoridade, foi o princípio básico para que esses teóricos contribuíssem com uma teoria que tivesse como um de seus pressupostos centrais o resgate da razão emancipatória. O interesse foi criar elementos para o desenvolvimento do poder crítico dos seres humanos, visando à desobstrução de sua consciência coisificada. O refletir, o pensar de forma dialética poderia, desta forma, auxiliar os seres humanos para entender e reagir diante das contradições sociais advindas da sociedade capitalista.

Horkheimer e Adorno (1975) reforçam a tese de que os seres humanos poderão voltar à esfera do esclarecimento, no sentido kantiano, se puderem interpretar e se posicionar politicamente diante das contradições de seu mundo. Segundo Zuin *et al.* (2008), o interesse desses filósofos não foi apenas fazer uma crítica à sociedade, mas construir, através da dialética negativa e da crítica imanente, uma forma de pensar que tinha no seu cerne a negação da realidade para entendê-la e transformá-la.

A crítica imanente pode ser entendida, segundo Giroux (1986, p.34), como “a afirmação da diferença, a recusa de identificar aparência e essência, a disposição de analisar o objeto social em função de suas possibilidades”. Já a dialética negativa é uma expressão cunhada por Adorno para denominar seu método de pensamento, principalmente para refletir sobre os processos que culminaram na reificação da consciência contemporânea dos seres humanos, interpretados como fruto da realidade social continuamente reproduzida pelo capitalismo (ZUIN; PUCCI; RAMOS DE OLIVEIRA, 2008, p.76).

Para os teóricos da Escola de Frankfurt, a negatividade deve impulsionar toda forma de pensamento.

Adorno faz da negatividade o instrumento central de sua reflexão: receber algo que se oferece à mente sem refletir sobre ele é potencialmente o mesmo que aceitá-lo tal como é; todo pensamento impulsiona virtualmente na direção de um movimento negativo. Nas circunstâncias presentes de dominação universal da

razão instrumental, da semi-cultura, em que as perspectivas de sobrepujar o capitalismo tardio se apresentam como longínquas, não era possível suavizar as divergências ou humanizá-las, propondo soluções conciliatórias e irrealis. (ZUIN; PUCCI; RAMOS DE OLIVEIRA, 2008, p. 77).

Para os teóricos da Escola de Frankfurt, era preciso expor de uma forma profunda e viva as contradições sociais, pois esse exercício, além de proporcionar uma forma de conhecimento do objeto investigado para além das aparências, permitia aos seres humanos refletirem criticamente, auxiliando-os a desviar das interpretações hegemônicas, como no positivismo.

Dessa forma, o poder reflexivo, proporcionado pela crítica imanente, aliado ao pensamento dialético constitui como elementos importantes dentro da Escola de pensamento de Frankfurt. Para os teóricos críticos, a forma de pensar dialeticamente rejeita o método analítico iluminista no qual tudo já tem uma resposta, decidida e antecipada, dentro da qual os seres humanos se autocontentam e não oferecem resistência. Horkheimer e Adorno (1975) destacam que a forma dialética de pensar, diferentemente da forma analítica, pressupõe a necessidade de se questionar e julgar “o poder da verdade”, e isto se faz negando-a, pois “a dialética ensina a ler, nos traços da imagem, a confissão de sua falsidade, que lhe rouba o poder, adjudicando-a a realidade” (p.112). Para esses autores, o produto do pensamento dialético é sempre o exercício de ver o mundo sobre o prisma daquilo que ele não é ou tem o potencial de ser. A exigência de pensar dialeticamente se justifica na medida em que os seres humanos, com os processos que levaram à subordinação de suas formas de enfrentar o mundo, destacando aí o ofuscamento de sua consciência, passaram a se relacionar com um mundo tido como pronto, acabado e “administrado”. Um mundo no qual o “pensar se coisificou”, e que tudo aquilo que está ao redor dos seres humanos é concebido como algo já dado. Diante disso, essa forma de encarar o mundo leva os seres humanos a abandonarem o sentido histórico e social das relações homem-mundo e homem-homem (HORKHEIMER; ADORNO, 1975, p.112-113).

Os autores destacam que houve um endurecimento da consciência dos seres humanos no tempo, na medida em que os mesmos moldaram seus corpos e suas almas dentro de um processo que tornou a razão um mero instrumento técnico, o que limitou sua consciência crítica. Diante dessas questões, a Teoria Crítica da Escola de Frankfurt aponta que a busca do esclarecimento Kantiano se associa à forma de se

desenvolver um pensar dialético para que os homens e mulheres se desvinculem das amarras que os transformaram em simples exemplares de um mundo já acabado e administrado.

A forma de desenvolver um pensamento dialético possibilita, segundo esses teóricos, a conduzir os seres humanos na busca de sua maioridade, pois o pensar dialeticamente representa reunir forças e anti-forças que se relacionam com a possibilidade de homens e mulheres fazerem o uso público da razão no sentido de Kant (2010). Segundo Duarte (2004, p.33), essa exigência do pensamento dialético ou de “pensar o pensamento” dos teóricos de Frankfurt significa a possibilidade de reverter o processo do “esclarecimento unilateral, isto é, de fazer o ser humano consciente daquilo que ele poderia ser a partir daquilo que ele não o é” (p.33).

Dessa forma, os teóricos Frankfurtianos buscam o resgate da razão emancipatória do ser humano por meio de sua reflexão crítica, a fim de que homens e mulheres façam uso de sua razão pública e se posicionem politicamente no mundo. A exigência de que os seres humanos deixem o processo mecânico de se relacionar com o mundo e com eles mesmos, de forma a-histórica, requer um comportamento crítico, na qual suas ações partam de suas próprias decisões. Diante dessas considerações, o desenvolvimento do pensamento crítico se entrelaça com a forma dialética do ser humano pensar, agir e se posicionar diante do mundo. Há o interesse político de conduzir homens e mulheres para o legado Kantiniano do esclarecimento e de desenvolver uma forma dialética do ser humano se relacionar com a sua realidade. Essa preocupação também é levada para o campo da educação, conforme destaque na próxima seção.

2.1.4. Contribuição filosófica da Teoria Crítica para a educação

As contribuições da Teoria Crítica da Escola de Frankfurt para a construção de uma educação crítica são destacadas nas obras de Giroux (1986) e Zuin *et al.* (2008). Esses autores apontam o potencial pedagógico da busca pelo esclarecimento kantiniano do homem contidas nas reflexões teóricas das obras dessa escola.

Uma das contribuições é destacada quando Adorno (1995), ao discorrer sobre a temática da educação em seus ensaios *Educação para quê?* e *Educação e Emancipação* afirma que o programa de Kant para que o homem atinja sua

maioridade ou esclarecimento é “extremamente atual”. O autor justifica que o simples pressuposto desejável para que o homem atinja a emancipação já supõe uma ausência de liberdade, e que o problema da emancipação deve ser considerado central na complexa esfera pedagógica (ADORNO, 1995, p.169).

Segundo Giroux (1986) e Zuin *et al.* (2008), o conceito de emancipação é idêntico ao de educação para os teóricos da Escola de Frankfurt. Isto é evidenciado quando Adorno (1995, p.141) afirma que a educação não pode carregar o propósito de modelar as pessoas, nem se restringir a uma mera transmissão de conhecimentos, pois corre-se o risco de ser uma pseudo-educação. Em seu texto, *Educação para quê?* o autor afirma que a educação deve, acima de tudo, “perseguir a produção de uma consciência verdadeira” (p.141).

Para entender a consciência verdadeira, o autor afirma que a educação carrega dentro de si uma ambiguidade que é a da preparação para a adaptação e a autonomia, uma vez que a educação precisa integrar os homens para viver em sua realidade, com a função de “preparar os homens para se orientarem no mundo” (ADORNO, p.143-144). Entretanto, essa integração não deve significar apenas um processo de adaptação num sentido de ajustamento das pessoas a uma realidade dada. Uma educação verdadeira deve carregar consigo a possibilidade de auxiliar os homens a transcender este processo de adaptação, a desenvolver a capacidade de fazer uma leitura consciente e crítica das contradições advindas da realidade em que vivem.

Considerando a possibilidade do desenvolvimento da capacidade crítica dos homens ser auxiliada por uma educação também crítica, Giroux (1986) afirma que a construção dessa concepção de educação deve levar em consideração o legado do pensamento da Escola de Frankfurt, principalmente a noção de pensamento dialético enquanto pensamento crítico, tão negado no modo positivista de interpretar as relações complexas, de contradições atuais e históricas, presentes no mundo. O autor destaca que é na contestação da lógica do pensamento positivista linear, baseado na aceitação incontestável de suas verdades absolutas, que está a grande contribuição da Teoria Crítica da Escola de Frankfurt para a construção de uma educação crítica, uma vez que esse modelo de pensamento é preponderante sobre a teoria e a prática educacional.

Para Giroux (1986) não há uma única teoria crítica universalmente compartilhada, embora elas tenham a preocupação comum de entender os processos

históricos que influenciaram e influenciam as formas cambiantes que acompanham o processo que obstruem a tomada de consciência do homem. O autor destaca a concepção de educação desenvolvida por Paulo Freire como uma das importantes teorias críticas que oferece, de uma forma mais contundente, as bases para se construir uma educação crítica voltada não somente para a resistência, mas principalmente para os processos de emancipação do homem.

Na próxima seção buscarei elucidar as contribuições da concepção pedagógica de Paulo Freire tendo como horizonte a construção de uma educação crítica, para, posteriormente, desenvolver conexões e apontar a importância da Teoria Crítica da Escola de Frankfurt e da concepção de Educação de Paulo Freire para a construção de uma Educação Matemática Crítica.

2.2. A Concepção de Educação de Paulo Freire

Esta seção tem como objetivo apresentar as principais ideias defendidas por Paulo Freire, que busca, antes de tudo, uma concepção de educação que auxilie homens e mulheres a desenvolver, através do diálogo, uma ampliação da percepção de sua realidade. Para o autor, a construção de uma educação dialógica e problematizadora carrega o desafio de auxiliar homens e mulheres a desenvolverem uma consciência crítica, uma vez que, através da mesma, suas respostas aos desafios de seu tempo e de seu espaço podem ser mais aperfeiçoadas, o que possibilita alimentar uma sociedade democrática. Essas ideias serão ampliadas e melhor discutidas na sequência desta seção.

2.2.1. Os homens e suas relações com o mundo

O ser humano para Freire (1975) é naturalmente um ser de relações. Porém, a natureza e o grau das relações que ele trava consigo mesmo, com os outros seres humanos e com o mundo se diferenciam e estão relacionados simultaneamente com os processos de *captação* dos desafios advindos da sua relação com o mundo e com as *respostas* que eles mobilizam frente a esses desafios. Segundo o autor, uma das primeiras formas de captação desses desafios dos seres humanos se dá quando eles percebem que o seu tempo não carrega o aspecto da unidimensionalidade própria

dos outros animais. Por esta razão, suas participações no mundo pode transcender a dimensão natural, relacionada com a sobrevivência e adaptação a um mundo dado e fechado, e desenvolver uma dimensão cultural, relacionada com a integração em um mundo considerado aberto e em constante construção.

Dessa forma, se a relação dos seres humanos com o mundo for de adaptação, eles serão seres que desenvolverão respostas singulares e culturalmente inconsequentes, considerando o potencial de interferência e mudança desse mundo. De forma diferente, se suas relações com o mundo for de integração, suas respostas aos desafios do mundo podem ser aperfeiçoadas. Para Freire (1975), um ser humano ajustado é marcado pelo cerceamento de sua liberdade, pela perda da dimensão do seu tempo, da sua história e do domínio da sua cultura. A cultura está relacionada com o poder da criação humana, da magnitude e da natureza das respostas que os seres humanos vão dando ao mundo, quando são capazes de não somente captar os desafios do seu mundo, ou do seu tempo, mas principalmente de responder, criar, decidir e participar das decisões do contexto em que estão inseridos.

Segundo Freire (1975, p. 42), quando o ser humano integra-se ao seu contexto, contrariamente ao ser ajustado, ele pode ser considerado um “ser datado e situado”, pois a “integração é uma nota fundamental de suas relações”. Na medida em que integra-se ao seu mundo, caminha na direção de captar os desafios e problemas do mesmo, sejam eles advindos do passado, experienciados no presente ou com consequências no futuro, desafios estes denominados pelo autor de “temas de sua época”. O autor destaca que o processo de humanização ou de desumanização dos seres humanos está relacionado com as formas com que os mesmos se preparam para responder a esses temas, de gerar novos temas ou de desenvolver novas respostas para velhos temas.

O autor, ao analisar especificamente a formação histórica da constituição da sociedade brasileira, apontou os processos que contribuíram para a obstrução da capacidade de captação, geração e de desenvolvimento de respostas aos temas próprios de nossa sociedade, conforme destacarei na próxima seção.

2.2.2. A captação das respostas frente ao mundo e a consciência dos seres humanos

Segundo Freire (1975), a sociedade brasileira sempre foi fechada à participação popular, o que impossibilitou ou obstruiu seu povo de captar os temas próprios de cada época ou “tarefas de seu tempo”, ou de gerar novos temas ou, principalmente de desenvolver uma capacidade de respondê-los. Assim, nossa sociedade foi marcada por um movimento de obstrução da capacidade dos seres humanos de construir, de forma dialógica e coletiva, uma sociedade aberta, cuja principal característica seria a de auxiliar e possibilitar os seres humanos a se fortalecerem, trazendo para o centro da mesma, as decisões importantes para o desenvolvimento do que Freire (1995, p.54) denomina de “democratização fundamental”.

A democratização fundamental pode ser entendida como o desenvolvimento da capacidade dos seres humanos de não somente captar, mas também participar das decisões importantes do seu tempo, do seu contexto, e que podem afetar, sobremaneira, a dinâmica econômica, social, política e cultural da sociedade. Segundo o autor esta participação só é possível mediante a abertura da “consciência” dos seres humanos.

Freire (1975, p.59-60), ao analisar os vários graus de captação e respostas dos seres humanos no interior de seu contexto social, histórico e cultural as relacionou às diferentes formas de consciências desenvolvidas pelos mesmos. Para o autor, homens e mulheres podem desenvolver, no interior de suas relações com seus semelhantes e com o mundo no qual estão inseridos, três tipos de consciência: uma consciência intransitiva, uma consciência transitiva ingênua e uma consciência transitiva crítica.

A consciência intransitiva pode ser entendida quando a relação entre os seres humanos e sua existência é marcada por um grau de compromisso reduzido ou inexistente. Dessa forma, quase não há o desenvolvimento de um interesse voltado para a participação e o envolvimento com a coletividade à qual pertencem. Segundo Freire (1975), o ser humano se ajusta a uma realidade dada, a um mundo estático, reduzindo-se a um ser ajustado e impermeável às questões e temas importantes do seu entorno. O autor destaca que este tipo de consciência é desenvolvido

principalmente em coletividades que não têm o centro de decisões no interior das mesmas e, por esta razão, são coletividades “dobradas sobre si mesmas” (FREIRE, 1975, p.60).

Entretanto, na medida em que o ser humano se volta para o desenvolvimento de uma relação mais comprometida com sua coletividade, sua consciência tem o potencial de se transitar. Tanto o poder de captação, quanto o de construção de respostas das questões advindas de seu entorno, podem ser ampliados e aperfeiçoados, possibilitando, dessa forma, que sua consciência intransitiva passe de um estado de preponderantemente transitiva ingênua para transitiva crítica. Nesta fase, segundo o autor, homens e mulheres podem desenvolver uma relação mais comprometida com os temas de suas épocas ou, diferentemente, podem regredir, com suas respostas para os desafios de seu tempo sendo marcadas pela ausência de diálogo, pela imposição de ideias e até mesmo pela violência. Dessa forma, a capacidade de decisão dos seres humanos é obstruída.

A transitividade crítica, por outro lado, é caracterizada quando a relação dos seres humanos consigo mesmo e com o seu mundo é pautada pelo comprometimento, pela sua capacidade de integrar-se, ou seja, pelo esforço e pela recusa das interpretações e respostas simplificadas dos seres humanos na sua relação com o mundo. Tal integração está relacionada com o desenvolvimento da prática do diálogo que, segundo Freire (1975), traz em seu bojo potencial tanto a capacidade de captação quanto o aperfeiçoamento das respostas de homens e mulheres aos temas próprios de seu tempo e de seu espaço.

O autor destaca que a educação assume um papel central no processo de auxiliar os seres humanos na passagem de uma consciência preponderantemente intransitiva para uma consciência transitiva crítica. Esta passagem se daria, sobretudo, por uma prática de educação pautada no diálogo, comprometida em auxiliar homens e mulheres na busca pela profundidade de interpretação dos problemas ou temas de sua época. Paulo Freire (1975) justifica a importância que a educação assume analisando, de uma forma mais pontual, o processo de construção da sociedade brasileira.

2.2.3. A Educação dialógica e problematizadora de Paulo Freire

Segundo Freire (1975), nossa sociedade foi marcada pela ausência de participação e de diálogo. O centro ou a tomada de decisões dos temas de cada época que envolveu a construção de nossa sociedade sempre estiveram ausentes e fora das mãos do povo. Essa ausência de participação proporcionou e alimentou a nossa “inexperiência democrática”, o que conduziu homens e mulheres brasileiros a conviverem com o processo de “estrangulamento de nossa democratização” (FREIRE, 1975, p.66). Esse estrangulamento dificultou o desenvolvimento da integração do homem brasileiro ao seu meio, pois foi negado ou obstruído ao mesmo o desenvolvimento de sua consciência crítica. Nesta, segundo o autor, o diálogo é o principal instrumento para que o ser humano amplie, de uma forma aprofundada, as interpretações dos problemas de sua coletividade, ao mesmo tempo em que potencializa a construção de respostas e a geração de novos temas, ou de respostas novas aos velhos temas de sua época.

Dessa forma, o autor destaca que nossa inexperiência democrática nos impossibilitou de desenvolver uma “vivência comunitária de participação na solução de problemas comuns” (FREIRE, 1975, p.70), e que uma educação deve contribuir para que haja um olhar para o ontem, o hoje e o amanhã. Ou seja, uma educação deve auxiliar homens e mulheres a entenderem como foram se desenvolvendo, historicamente, os processos e as condições da participação de seu povo na “coisa pública” no sentido de que não mais repitamos nossa inexperiência democrática.

Segundo Freire (1975), democracia não é algo a ser aprendido apenas com a existência dela. Democracia só é construída e alimentada quando homens e mulheres, em suas relações, são capazes de mobilizar e construir instituições, dentro das quais as educacionais, de forma que a vivência democrática tome um foco central. Para o autor, uma educação não deve intensificar nosso histórico processo de inexperiência democrática, mas diferentemente, deve encorajar o “educando às experiências de debate e da análise” e que lhe “proporcione condições verdadeiras de participação” (p. 93). O autor destaca que nossa educação também foi historicamente pautada pela falta de diálogo (1975, 2003), uma vez que não possibilitou, de uma forma geral, desenvolver em nosso educando, o conhecimento

crítico da sua realidade, o que contribuiu para que o mesmo não desenvolvesse uma consciência crítica, nem tampouco percebesse seu contorno como problemático.

Segundo o autor, o diálogo que “é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados no mundo a ser transformado e humanizado, não pode ser reduzido a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro (...)” (FREIRE, 2003, p.79). O diálogo representa uma interação, um encontro entre homens e mulheres para serem mais. Ser mais implica em através do diálogo, conduzir a um pensar verdadeiro, que é crítico. “Este é um pensar que percebe a realidade como um processo” e não como “algo inquebrantável” (FREIRE, 2003, p.82).

O diálogo tem uma importante função na concepção de educação defendida por Paulo Freire. Para o autor, uma educação deve ser pautada no diálogo. Dessa forma, educandos e educadores devem desenvolver uma relação horizontal na qual ambos sejam encorajados a assumir uma nova postura diante dos temas próprios marcados pelo seu tempo e espaço. O autor destaca que uma educação tradicional, como aquela pautada numa relação vertical entre educadores e educandos, e que valoriza uma “repetição enfadonha de trechos” e de “afirmações desconectadas das condições de vida” dos educandos, deve ser rejeitada e substituída por uma “educação problematizadora” (FREIRE, 2003, p.96).

Uma educação se torna problematizadora na medida em que lança educando e educador num processo de investigação do seu contexto e de seu mundo, possibilitando-os ampliar os níveis de percepção dessa realidade.

Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, quanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, compreendem o desafio da própria ação de captá-los. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com os outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isso, cada vez mais desalienada. (FREIRE, 2003, p. 70).

Chama atenção a preocupação de Freire (1975) de fazer com que a educação priorize um ensino voltado para a investigação de nossa realidade, e que a mesma contemple a pesquisa visando, dessa maneira, a comprovação dos fatos investigados. Para o autor, nossa educação, diferentemente de ser teórica, como é mal interpretada,

é pautada na palavra oca, no verbalismo. Para o autor, nossa educação precisa de teoria.

De teoria que implica uma inserção na realidade, num contato analítico com o existente, para comprová-lo, para vivê-lo e vivê-lo plenamente, praticamente. Neste sentido é que teorizar é contemplar. Não no sentido distorcido que lhe damos, de oposição à realidade. De abstração. Nossa educação não é teórica porque lhe falta esse gosto da comprovação, da invenção, da pesquisa. Ela é verbosa. Palavresca. (FREIRE, 1975, p.93).

Dessa forma, uma educação na concepção crítica de Paulo Freire deve ser estruturada pelo diálogo, e deve ir à busca da instauração de uma nova relação entre educador-educando, entre os seres humanos e seu mundo. O legado de sua concepção de educação crítica é acreditar que a mesma pode contribuir para que a consciência de homens e mulheres se transitive, tornando-a crítica. Para caminhar rumo a esse objetivo, uma educação deve ter a coragem de lançar homens e mulheres ao desafio de ampliar suas compreensões sobre o mundo, de acreditar, da mesma forma, que os seres humanos podem cada vez mais aperfeiçoar suas respostas diante dos temas próprios de sua época. Uma educação crítica deve carregar esta difícil tarefa de contribuir para que os homens e mulheres, através do diálogo, aprendam a viver a experiência de construir uma sociedade democrática com as próprias mãos.

Da mesma forma que a Escola de Frankfurt destacou que o ser humano deveria resistir e não viver em um mundo administrado, que tolhe o esclarecimento de homens e mulheres, a concepção de educação defendida por Paulo Freire destaca que, para o ser humano deixar de ser um ser adaptado ao seu mundo, com sua consciência sendo preponderantemente intransitiva e impermeável aos desafios de seu espaço e seu tempo, suas respostas frente a esses desafios devem ser aperfeiçoadas, e isto é um processo que requer uma integração de homens e mulheres ao seu mundo, ao desenvolvimento de uma consciência crítica, que os auxiliarão a desenvolverem o esclarecimento kantiniano.

Devo ainda destacar que as contribuições das reflexões dos teóricos críticos para o desenvolvimento de uma Educação Crítica são importantes, principalmente porque as ideias defendidas pelos teóricos da Escola de Frankfurt em conjunto com a

concepção de Educação defendida por Paulo Freire estão na base de sustentação da Educação Matemática Crítica, conforme explicitarei no próximo capítulo desta tese.

CAPÍTULO 3

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

3.1. Os propósitos da Educação Matemática

Pensar em uma Educação Matemática não como um fim em si mesmo, mas como uma via que auxilie homens e mulheres a terem a experiência de “encarar a realidade como um todo”, talvez seja a grande mensagem apreendida das reflexões de D’Ambrósio (1986, p.63) e direcionadas para o como e o porquê de se ensinar matemática. Para o autor, o processo de ensino e aprendizagem de matemática desenvolvida de uma forma especializada e disciplinar, como admite que historicamente ainda seja guiada a prática pedagógica dessa disciplina, deve ser repensada.

O autor enfatiza que a preocupação em minimizar o tratamento disciplinar do ensino de matemática está intrinsecamente relacionada com a importância de se adotar um “enfoque holístico” para o ensino da mesma. Segundo D’Ambrósio (2008), muito mais que proporcionar aos indivíduos o desenvolvimento de habilidades que os conduza a uma ampliação da competência disciplinar, o que o autor denomina de alfabetização matemática, o ensino da matemática deveria ser útil no sentido de auxiliar o ser humano a integrar-se ao seu mundo, dando oportunidades e condições para o “situarem-se no seu contexto”, propondo, desta forma, alternativas e possibilidades de construção de respostas aos “problemas próprios de seu entorno” sociocultural (D’AMBRÓSIO, 1996, p.16).

Assim como Freire (1975) destacou que uma alfabetização deve vir acompanhada de uma premissa maior que conduza homens e mulheres para o processo de captação dos temas de sua época e para o desenvolvimento de respostas aos mesmos, D’Ambrósio (2008) enfatiza que uma concepção de Educação Matemática deve conter uma “tonalidade política” que seja capaz de auxiliar o ser humano na busca e no aperfeiçoamento das respostas aos problemas distintos relacionados ao seu contexto sociocultural. Dessa forma, o autor nos convida a refletir sobre algumas questões que considera críticas em Educação Matemática:

- De qual matemática estamos nos referindo quando falamos em Educação Matemática?

- Como o ensino de matemática vem historicamente se desenvolvendo e a quem ele atende?
- De que forma o ensino de matemática pode ser repensado para desenvolver esta tonalidade política?

Para refletir a cerca dessas questões devemos considerar que a matemática que hoje se estuda, ou a que compõe a base curricular de seu ensino, se desenvolveu na Europa, recebendo, principalmente, contribuições históricas de diversas civilizações, destacando-se a grega, a indiana e a islâmica, e que durante o século XVI e XVII, principalmente, no período colonial, se impôs a todo mundo. Neste período, foi reforçado o caráter de universalidade da matemática, principalmente considerando o desenvolvimento da ciência moderna e o predomínio da tecnologia.

Essa síntese do processo do avanço e consolidação de uma matemática de caráter universal deve ser entendida dentro de um amplo movimento que envolveu, segundo D'Ambrosio (2008, p.113), todo um “processo de aclimatação e de subordinação de uma cultura sobre as outras”. Para o autor, essa matemática é, na verdade, uma “etnomatemática²” que se consolidou, a partir do avanço da ciência moderna, com o fortalecimento e domínio dos países centrais europeus, como a Alemanha, França, Inglaterra e Itália, sobre outros povos e outras culturas.

Dessa forma, falar de uma matemática em ambientes culturais diversificados é falar de uma matemática construída e consolidada por um povo dominador que, sobretudo, a utilizou para desenvolver tanto uma ciência quanto uma forma de pensar e interpretar o mundo. Um mundo em que o conhecimento historicamente construído adquiriu “uma característica universal e absoluta”, e que vem influenciando sobremaneira a forma de conceber e ensinar essa disciplina (D'AMBRÓSIO, 2008, p. 113).

Segundo D'Ambrósio (1986, p. 14), a estrutura do ensino de matemática no Brasil foi sempre ditada por “tradições culturais distantes”, com ênfase principalmente na quantidade de conteúdos e na especialização de um determinado tipo de conhecimento, o que vem, historicamente, influenciando um ensino que se apoia em um currículo pré-fixado. Dessa forma, o ensino de matemática, de uma maneira geral, tem-

² Para D'Ambrosio (2008, p. 112), a etnomatemática pode ser entendida como o estudo das diversas formas de conhecimento (matemático) desenvolvidas pelo homem ao longo de sua história. O autor adota as raízes “TICA, MATAMA E ETNO” para exemplificar o desenvolvimento das habilidades e técnicas (TICA) que tiveram o papel de auxiliar os homens a lidar, explicar e conviver (MATEMA) com os contextos socioculturais de uma dada realidade (ETNO).

se desenvolvido através de uma rigidez na estruturação de programas, dentro dos quais, as práticas pedagógicas pouco, ou quase nunca, consideram a natureza sociocultural na qual os alunos e a comunidade educativa se inserem.

Segundo o autor, pode-se considerar que o enfoque do ensino se deu principalmente através de uma transferência sequenciada e linear de conhecimentos matemáticos tradicionalmente acumulados. Os motivos e os objetivos para se ensinar a matemática estavam dentro da própria matemática, carregando, dessa maneira, justificativas internalistas para a manutenção dessa concepção de Educação Matemática.

A ideia, portanto, é reconhecer e afastar essa lógica positivista que tem moldado a prática educacional da Educação Matemática. Apoiando-me em Giroux (1986, p.31), enfatizo que essa lógica funciona “dentro de um contexto operacional livre de compromissos éticos”, na qual o mundo matemático se afasta do mundo “como ele realmente é”. Uma concepção de educação apoiada nesta lógica positivista tem grande potencial de auxiliar o ser humano para caminhar em um mundo, dentro do qual, a noção do seu tempo histórico, bem como do seu espaço social, seja prejudicada.

Uma concepção de Educação Matemática Crítica contesta uma forma de conceber e praticar um ensino de matemática voltado exclusivamente para si mesma. A tonalidade política, tal como defende D’Ambrosio (2008) e que possui uma forte relação com a educação para a emancipação dos seres humanos, como defende Freire (1975), ou para o homem desenvolver o processo de esclarecimento tal como vislumbrou Kant (2010), poderia ganhar um lugar de destaque na concepção de educação e nos processos de ensino-aprendizagem relacionados a esta disciplina.

Essa concepção de Educação Matemática será destacada e analisada na próxima seção. Além disso, procurarei mostrar sua importância para a forma com que compreendo o que é uma matematização crítica em projetos de modelagem.

3.2. A Concepção de Educação Matemática Crítica

Para refletir acerca da concepção de Educação Matemática Crítica buscarei apoio nas ideias defendidas por D’Ambrósio (1999, 2005) e Skovsmose (2007, 2008). As ideias trazidas pelos autores também tomarão lugar de destaque no propósito central desta pesquisa, que é compreender o que eu quero dizer quando falo em matematização crítica em projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

Segundo D'Ambrósio (1999, 2005), a sociedade moderna vem sendo marcada por um alto desenvolvimento e domínio tecnológico. As repercussões desse cenário são tais que não se pode apenas lembrar-se dos benefícios sociais atrelados a esse desenvolvimento, uma vez que as desigualdades sociais e econômicas são profundamente notadas e moldam um quadro político, social e econômico bem paradoxal. Decerto, esse domínio tecnológico afeta todas as dimensões da organização de nossa sociedade.

Diante dessa nova organização social, o autor adverte que uma concepção de Educação Matemática poderia se assentar no compromisso ético e político de auxiliar homens e mulheres a fazerem uma leitura crítica acerca dos desdobramentos dessa situação. Para esse propósito D'Ambrósio (1999) propõe uma organização curricular baseada no *trivium*: literacia, materacia e tecnocracia.

Esse *trivium* se aproxima da forma com que Paulo Freire (1975) concebe a alfabetização, ou seja, de sua indissociabilidade com a conscientização crítica. Assim ele destaca que literacia significa a capacidade de lidar e processar com os diversos instrumentos de comunicação presentes no mundo atual, como escrita, leitura e mídias em geral. Materacia está associado ao desenvolvimento da capacidade de utilizar, interpretar e analisar sinais e códigos, “de propor e criar modelos de simulação da vida cotidiana, de elaborar representações do real” (D'Ambrósio, 2005, p.67). A tecnocracia está associada com a capacidade de usar e combinar instrumentos simples e complexos, avaliando a adequação e limitações dos mesmos.

Essa concepção de Educação Matemática também tem ressonâncias na concepção de Educação Matemática Crítica defendida por Skovsmose (1994, 2007).

De forma similar à forma de alfabetização crítica defendida por Freire (1975), Skovsmose propõe que as competências atribuídas à matemática podem estar relacionadas com o suporte para o desenvolvimento de um cidadão crítico, ou para um grupo de pessoas. O autor a denomina de matemácia, e a enxerga como uma das principais preocupações da Educação Matemática Crítica.

...de que maneira é possível estabelecer um ensino de matemática que poderia dar suporte ao desenvolvimento da matemácia? Não há maneira de dar-se a essa questão uma resposta de modo satisfatório, mas ela permanece como uma preocupação da Educação Matemática crítica (SKOVSMOSE, 2007, p. 76).

O autor também destaca a necessidade de a Educação Matemática repensar seu próprio papel nessa nova configuração social, uma vez que ela está presente na base do próprio planejamento e desenvolvimento tecnológico.

Skovsmose (2007) sublinha que o mundo tecnológico atual está impregnado de modelos matemáticos que são usados não só para descrever uma situação, mas para reestruturar uma nova realidade. São modelos matemáticos que operam como base para o planejamento e tomada de decisões, e são geralmente utilizados em processos relacionados com gerenciamento econômicos³. Como exemplo de modelos utilizados no Brasil posso destacar o modelo de distribuição dos *royalties* do petróleo entre os municípios, o modelo matemático utilizado para distribuição de uma parcela do imposto de renda arrecado no país e destinado aos municípios, denominado de Fundo de Participação Municipal (FPM), dentre outros, bem como o próprio modelo matemático de cobrança do Imposto de Renda aplicado às pessoas físicas ou jurídicas.

Além de esses modelos oferecerem diferentes cenários, eles são elaborados para sustentar uma política de decisões, dentro das quais, a própria matemática é utilizada como base para legitimar tais decisões. Segundo Skovsmose (2007), uma reflexão crítica acerca dos desdobramentos dessa prática pode ser considerada como uma das preocupações da Educação Matemática Crítica, uma vez que a participação das pessoas nas tomadas de decisões é dificultada por um processo que “desgasta as condições da vida democrática” (p. 115).

O autor destaca que, geralmente, as justificativas das decisões tomadas são baseadas num processo que se apoia no poder que é atribuído à matemática, servindo a mesma para legitimar, de uma forma duvidosa, decisões e ações com implicações sociais e políticas que afetam a vida das pessoas. Para o autor, essas decisões, além de dificultar a entrada das pessoas nos processos decisórios que dizem respeito ao direito do exercício de sua cidadania plena, conferem duas particularidades que podem, da mesma forma que a matemática, ser objetos de preocupação da Educação Matemática Crítica: os processos de desenvolvimento de confiabilidade inquestionável atribuída à matemática e à responsabilidade advinda dos resultados políticos e sociais das ações que são tomadas com base nessa confiabilidade.

³ O autor destaca o Modelo ADAM (Annual Danish Aggregated Model) usado pelo governo Dinamarquês, cujo propósito é fazer prognósticos econômicos para sustentar uma tomada de decisão política.

O autor utiliza o termo *matemática em ação* para descrever, “projetos de ação baseados em matemática” (SKOVSMOSE, 2007, p.120), e exemplifica como o desenvolvimento desses modelos está cada vez mais presente no mundo para cobrir uma diversidade de áreas, seja econômica, ambiental, do transporte, populacional, dentre outros (SKOVSMOSE, 2007).

Para o autor, além desse poder de ação sobre a realidade, a imposição de uma pré-determinada realidade proporcionada pelos modelos matemáticos representa uma ameaça ao desenvolvimento de uma sociedade democrática, principalmente quando os “modelos são frequentemente utilizados como suporte de decisões que não podem ser mudadas” ou discutidas na sociedade (SKOVSMOSE 2007, p.122).

Diante dessas questões, o autor enfatiza que a matemática, conjuntamente com seu papel social e político, poderia ser alvo de entendimento e reflexões-críticas, e aponta a importância e o potencial da Educação Matemática para o desenvolvimento desse olhar crítico na busca da promoção da democracia. Gellert e Jablonka (2007) ampliam o debate sobre essa temática, destacando que nossa sociedade contemporânea está sendo estruturada e guiada dentro de uma ordem em que os modelos matemáticos são cada vez mais desenvolvidos e utilizados, criando o que os autores denominam de matematização da sociedade. Os autores ainda apontam que uma nova configuração social estruturada pelos complexos modelos matemáticos também proporciona um processo de desmatematização da sociedade, uma vez que dentro dessa dinâmica social, uma compreensão de como esses modelos operam não é, de uma forma geral, elucidada socialmente, o que contradiz com os propósitos de fazer com que as pessoas participem das decisões e temas socialmente relevantes. Por esta razão é que a matemática pode, dentro de sua vertente crítica, contribuir para elucidar tais processos que matematizam a sociedade e desmatematizam a compreensão das pessoas acerca dessa temática.

Skovsmose (2007, p.124) considera que a Educação Matemática pode ser desenvolvida em “um contexto de prática educacional” que também inclua preocupações com as certezas atribuídas à matemática. Isso traz implicações que podem estar associadas ao entendimento do que quero dizer com matematização crítica em projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Questionamentos acerca do poder inquestionável atribuído à matemática, bem como sobre a forma igualmente inquestionável de pensar que ela pode ser aplicada para descrever qualquer situação-problema advinda da realidade como na construção de modelos matemáticos, estão relacionados com aquilo que Borba e Skovsmose (1997)

sublinham que é importante para a Educação Matemática. Skovsmose (2007) coloca essa questão em relevo ao apontar que uma das preocupações da Educação Matemática Crítica é questionar a Ideologia da Certeza da Matemática.

Essa preocupação tomará, igualmente, um lugar de destaque nesta pesquisa, uma vez que meu objetivo se pauta em entender como se desenvolve o processo de matematização em projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Creio que investigar a forma com que os envolvidos em um projeto de modelagem interpretam e utilizam a própria matemática, seja na construção do modelo matemático ou não, poderá trazer subsídios acerca do entendimento de como, ou de que forma, esse processo de matematização (crítica) possibilita desafiar tal ideologia.

Um entendimento sobre a forma com que essa ideologia é alimentada e como ela opera nos ambientes de sala de aula de matemática será apresentado na próxima seção.

3.3. A Ideologia da Certeza

Borba e Skovsmose (1997) salientam que não somente em espaços dedicados ao ensino de matemática, como nas escolas, mas na imprensa e na mídia, pode ser notado todo um poder atribuído à matemática. Essa forma de concebê-la como uma ciência detentora de um conhecimento superior às outras formas de conhecimento alimenta o que Borba e Skovsmose (1997, p.17) denominam de “Ideologia da Certeza da Matemática”.

Conforme os autores destacam, essa ideologia pode ser encontrada em toda parte, e não é visível apenas nas escolas. Se na imprensa a Ideologia da Certeza vem acompanhada de notícias como “os números demonstram” ou “os números falam por si”, nas escolas há todo um ambiente que é concebido para alimentar essa ideologia. Quando, por exemplo, o ensino de matemática se desenvolve de forma exclusivamente disciplinar, amparado por um paradigma denominado de “paradigma do exercício” (SKOVSMOSE, 2000, p. 6), dentro do qual os exercícios são concebidos para ter uma única resposta correta, essa ideologia é amplamente alimentada. Dentro dessa concepção de ensino disciplinar e rígida de matemática, os problemas e exercícios ali desenvolvidos são estruturados de forma a se encaixarem numa matemática perfeita e

inquestionável, dentro da qual só há lugar para o errado ou o certo. Para Borba e Skovsmose (1997, p. 18), a base dessa ideologia está amparada na aceitação de que:

- 1) A matemática além de ser perfeita e inquestionável é livre da influência humana.
- 2) Ela também pode ser aplicada a qualquer problema, com seus resultados sendo considerados superiores a qualquer outra forma de conhecimento.

Concordo com os autores a respeito da importância dessa ideologia ser questionada por uma Educação Matemática que vislumbra desenvolver uma educação crítica. Primeiramente, entendo que a matemática não é a única forma, e sim uma das importantes formas de conhecimento construída pelos homens, embora reconheça que, historicamente a matemática vem sendo utilizada pelos mesmos como um instrumento de poder, conforme destaca D'Ambrósio (2008).

Em segundo lugar, entendo também que as simplificações que viabilizam o processo de matematização em situações-problema, como aquelas discutidas e apresentadas nos projetos de modelagem que tentam concretizar⁴ a sociedade, são importantes no universo educacional para que a matemática dê conta de codificar as situações exploradas. Dessa forma, a matemática só pode ser considerada como perfeita se “um contexto adequado é construído para tal propósito” (BORBA; SKOVSMOSE, 1997, p.18).

Enfatizo que se em projetos de modelagem matemática, desenvolvidos dentro da concepção da Educação Matemática Crítica, os alunos e professores envolvidos também adentrassem num processo de conscientização de que é importante fazer as simplificações adequadas para que a matemática se encaixe na situação-problema investigada e não o contrário, a Ideologia da Certeza poderia ser desafiada.

Esta questão pode estar relacionada com o entendimento da pergunta que norteia esta pesquisa. Se meu interesse é compreender como se desenvolve o processo de matematização em ambientes de modelagem, orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica, vinculado à mesma poderia também investigar quais momentos desse processo de matematização podem se configurar como potencializadores para desafiar a Ideologia da Certeza.

⁴ O termo concretizar a sociedade está sendo usado no sentido dado por Skovsmose (1994). Ou seja, usa-se das abstrações da matemática para tornar visível e concreta a realidade social explorada em uma atividade de projeto de matemática orientada na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

Quando falo em ambientes, me refiro às diversas formas nas quais podem ser estruturados os processos de ensino e aprendizagem. Uma noção de ambientes de aprendizagem de matemática é elaborada por Skovsmose (2000) no artigo intitulado *Cenários para Investigação*, que visa, antes de tudo, contribuir para “facilitar as discussões sobre mudanças na Educação Matemática” (p.14).

Na próxima seção, destacarei como o autor caracteriza e interpreta esses ambientes e, na sequência, buscarei analisar, utilizando a literatura mundial do campo da modelagem matemática, como trabalhos, orientados principalmente no paradigma crítico, tratam a temática da matematização nos ambientes ali constituídos.

3.4. Os ambientes de aprendizagem

Conforme destaquei na seção anterior, a noção de ambientes de aprendizagem de matemática elaborada por Skovsmose (2000) tem um interesse que transcende a simples categorização dos mesmos. O autor sublinha que sua intenção é fortalecer e ampliar as reflexões acerca das ideias e dos paradigmas que norteiam tais ambientes, bem como vislumbrar uma concepção de educação que se alinha com os propósitos da Educação Matemática Crítica.

O autor destaca que diversos ambientes podem ser desenvolvidos no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Há ambientes em que as atividades são estruturadas no “paradigma do exercício”, dentro do qual as aulas são predominantemente desenvolvidas dentro do tripé conceitos/exercícios/correção. A condução das aulas dentro desse tripé privilegia, sobretudo, uma forma de ensino de matemática que se baseia tanto em exemplos quanto na correção de exercícios com respostas únicas. Entretanto, também há ambientes em que os alunos “são convidados a fazer investigações”, dentro das quais o caminho para se chegar a uma resposta, ou a uma das possíveis respostas, não é pré-estabelecido. Dentro desses ambientes espera-se que os alunos assumam o processo, diferentemente do que acontece no paradigma anterior. Desta forma, dentro desse novo paradigma, espera-se que os alunos, com a orientação do professor, adentrem num processo de exploração e construção de ideias matemáticas, que possibilitem aos envolvidos construir conjecturas, testá-las e, com a ajuda do professor, investigar se as mesmas são válidas. Skovsmose (2000, p.6) denomina um ambiente exploratório assim desenvolvido de “cenário para investigação”,

destacando que não só a forma de condução das aulas se diferencia daquelas baseadas no paradigma do exercício, mas, sobretudo, os propósitos e a concepção de Educação Matemática, que estão por trás da construção destes ambientes, são bem distintos.

O autor salienta ainda que as atividades de ensino e aprendizagem podem ser desenvolvidas dentro desses dois paradigmas e por meio de três referências distintas: atividades relacionadas à matemática pura, a uma semi-realidade ou à realidade. Skovsmose (2000) combina os três tipos de referências com os dois paradigmas de práticas de sala de aula e constrói uma matriz de seis ambientes denominados “Ambientes de aprendizagem” conforme destaco a seguir:

TABELA 1

Ambientes de aprendizagem

<i>Paradigma</i> <i>Referência</i>	Paradigma do Exercício	Cenários para investigação
Matemática pura	(1)	(2)
Semi-realidade	(3)	(4)
Realidade	(5)	(6)

Fonte: SKOVSMOSE, 2000, p. 75

Tentarei refletir sobre a forma como os projetos de modelagem matemática são desenvolvidos nos ambientes (6), principalmente por se tratar de uma atividade aberta, que inclui trabalhar com problemas não fictícios, conforme perspectiva adotada por Araujo (2002, 2009), embora também encontremos, na literatura do campo de modelagem matemática, autores que, tomando como base a matriz destacada, retratam uma situação aberta com relação à semi-realidade, configurando o ambiente (4), como no trabalho de Galbraith e Stillman (2006).

A perspectiva de modelagem, que adoto nesta pesquisa, leva em consideração que, nos projetos de modelagem, grupos de alunos são convidados a desenvolver atividades abertas que se distanciam daquelas consideradas tradicionais, baseadas no desenvolvimento de técnicas para fazer exercícios, no fazer repetitivo, no uso de algoritmos. Ao invés disso, procura-se priorizar a resolução de uma situação-problema real por meio da matemática. Vislumbra-se, desta forma, desenvolver um processo investigativo dentro do qual a matemática configura-se como um importante

instrumento que possibilitará auxiliar o grupo de alunos a não apenas resolver matematicamente a situação-problema, mas proporcionar aos alunos trabalharem com temas abertos, ligados ao seu contexto sociocultural, procurando despertar e ampliar o entendimento dos mesmos para as relações complexas que permeiam o seu mundo.

Defendo a ideia de se trabalhar com temas que agregam e contribuem para uma formação holística dos educandos, que os façam aprender coisas novas ligadas ao seu mundo, auxiliando-os a desenvolverem uma consciência crítica tal como destacou Paulo Freire (1975). Portanto, o motivo para se estudar matemática desloca-se do centro da própria matemática, ditados por uma autoridade invisível aos olhos dos professores e alunos e que estruturam um currículo fechado, e passam a ser buscados dentro de um paradigma crítico de educação. Dessa forma, busca-se se distanciar de esquemas apriorísticos de ensinar a matemática por ela mesma e trabalhar com situações-problema relevantes do ponto de vista social e político, uma vez que se procura, através e com a matemática, desenvolver a tonalidade política dos envolvidos na compreensão da situação investigada, tal como defende D'Ambrósio (2008).

A próxima seção será dedicada a apresentação de trabalhos de modelagem construídos nos ambientes (6). O objetivo será colocar lentes do referencial teórico tratado até aqui para o entendimento da forma como que se dá a matematização nos projetos de modelagem elucidados pelos trabalhos.

3.5 Trabalhos do campo da modelagem na Educação Matemática

Nesta seção, destaco alguns trabalhos do campo da modelagem na Educação Matemática. A escolha dos mesmos está associada com o objetivo desta pesquisa, que é entender como se desenvolve o processo de matematização em projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Embora reconhecendo que os trabalhos selecionados não tiveram o objetivo central de evidenciar, de uma forma direta, as negociações e os procedimentos adotados pelos participantes ao longo do processo de matematização, o que se pretende que seja contemplado por esta pesquisa, os resultados e as reflexões advindas dos mesmos tomarão um lugar de destaque e auxiliarão na compreensão do que venho sublinhando como matematização desenvolvida dentro de uma concepção crítica de educação em projetos de modelagem.

Para iniciar, destaco o trabalho de Araújo (2012), no qual procurou analisar como um grupo de alunos compreendeu a tarefa de realizar um projeto de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Conforme destacado pela autora, o desenvolvimento desse projeto compunha uma das atividades avaliativas da disciplina de Matemática do curso de graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Cada grupo escolhia um tema para desenvolver em seu projeto que era realizado em encontros sem a participação da professora. Entretanto, a orientação dos trabalhos era feita pela docente através das observações e análises dos relatórios construídos pelos grupos ao longo do desenvolvimento do projeto.

No artigo, a autora apresenta a análise do projeto de um grupo que escolheu o tema “Linha Verde”. O objetivo do grupo foi analisar os impactos socioeconômicos da construção de uma via de acesso rápido que ligaria Belo Horizonte ao aeroporto de Confins, cidade situada a cerca de 36 km do centro da capital. Para alcançar o objetivo proposto, os alunos investigaram a viabilidade de se construir um viaduto que passaria por cima de um determinado trecho de uma avenida, conforme era contemplado pelo projeto do governo.

O trabalho se constituiu em duas partes: na primeira, foram feitas entrevistas com moradores, comerciantes e pessoas que circulavam no trecho onde seria construído o viaduto. Nessa parte, o grupo procurou saber a opinião dos entrevistados acerca dos impactos sociais e econômicos na região advindos da implantação da obra naquele trecho. Já na segunda parte, o objetivo do grupo foi construir um modelo matemático para analisar a viabilidade da construção do viaduto. Para atingir esse objetivo, o grupo resolveu analisar e confrontar, através dos resultados proporcionados pelo modelo, as justificativas apresentadas pelo governo para a importância de se fazer tamanho empreendimento.

Conforme a autora destaca, a construção do modelo matemático pelo grupo foi feita com o auxílio de uma fórmula de previsão do fluxo de veículos em uma via, utilizada pela engenharia de tráfego, que fora apresentada por uma aluna do curso de Engenharia Civil. A fórmula proporcionou ao grupo calcular a previsão da capacidade máxima do número de veículos por hora que poderia passar no viaduto. De posse desse resultado, o grupo passou a investigar o número de veículos que passava por hora no trecho onde iria ser construído o viaduto. Entretanto, o grupo não conseguiu dados para analisar como seria o aumento anual da evolução do número de veículos que passaria

por hora naquele trecho. Diante do impasse, a atitude do grupo foi assumir a hipótese de que o fluxo de veículos aumentaria em 10% ao ano, sem a devida reflexão e questionamentos dos desdobramentos desse procedimento.

Com isso, o grupo tinha os dados dos fluxos de veículos concernentes a dois anos. De posse desses dados os alunos utilizaram um *software* para plotar os pontos numa planilha eletrônica. O interesse foi de construir uma função logarítmica através do recurso de regressão proporcionado pelo *software*. O gráfico a seguir representa o resultado obtido pelo grupo.

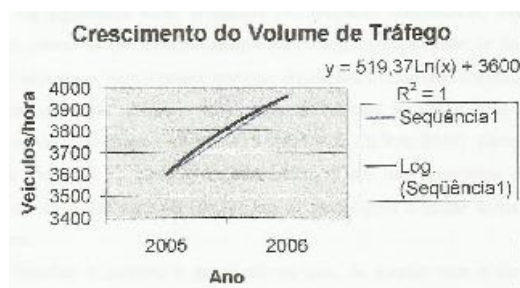


GRÁFICO 1 : Modelo construído pelos alunos.

Fonte: Araújo (2012).

Com o modelo de evolução do fluxo de veículos no trecho da avenida, e o valor da capacidade do fluxo suportada pelo viaduto calculada pela fórmula utilizada pela engenharia de trânsito, os alunos concluíram que a vida útil do viaduto seria de 27 anos. Esse resultado obtido pelo modelo foi usado pelo grupo para analisar e confrontar a justificativa apresentada pelo governo para a implantação do viaduto. O grupo concluiu que o argumento do governo era consistente. Entretanto, o grupo não ficou satisfeito porque eles esperavam usar a matemática para provar que o governo estava errado.

A autora concluiu que o grupo compreendeu a atividade de realizar uma tarefa de modelagem, na perspectiva da Educação Matemática Crítica, de duas maneiras diferentes: na primeira houve uma atuação crítica do grupo, principalmente por problematizar, junto aos entrevistados, a posição e postura política do governo nas decisões que afetam a vida da comunidade local, bem como da própria cidade. Isto demonstra que o processo de matematização foi concebido dentro de uma atmosfera crítica e problematizadora (FREIRE, 1975), maneira que se alinha com uma das preocupações para se desenvolver uma Educação Matemática Crítica.

Entretanto, a forma com que o grupo construiu o modelo matemático não foi desenvolvido dentro de um paradigma crítico, conforme era esperado. O processo de construção do modelo matemático empreendido pelo grupo no projeto mostrou que a

Ideologia da Certeza esteve presente nas decisões e negociações ali tomadas, conforme a autora sublinhou. Inicialmente, o grupo fez uso de uma fórmula matemática sem preocupar-se com a sua origem, com a validade da mesma, com ausência de reflexões acerca das variáveis que foram contempladas e outras que foram deixadas de fora.

Para Araújo (2012), assim como Skovsmose (2007) e Borba e Skovsmose (1997), uma das preocupações da Educação Matemática Crítica está relacionada com os questionamentos acerca de como essa ideologia pode ser desafiada na Educação Matemática, principalmente quando é atribuído à própria matemática o poder definitivo em processos decisórios.

A autora levantou a hipótese de que esse “impasse” pode ser resultado da coexistência de duas formas de paradigmas que orientam os ambientes onde se desenvolvem atividades de matemática. Uma está relacionada com a prática tradicional e a outra com uma prática que adota o paradigma crítico. Esse resultado também pôde ser notado em trabalho anterior da autora, no qual constatou que alunos podem utilizar a estratégia de manipular dados fictícios para construir um modelo em projetos de modelagem, o que Araújo e Barbosa (2005) denominaram de estratégia inversa.

Isso mostra, em parte, que em projetos de modelagem matemática, a perspectiva adotada, bem como, a necessidade de uma participação mais próxima do professor-orientador, sem que a mesma provoque uma influência direta nos processos de negociações ali desencadeados, estão imbricados com a forma com que o projeto se desenvolve e é compreendido pelos alunos. Os dois próximos trabalhos que serão apresentados na sequência foram, da mesma forma que os anteriores, desenvolvidos dentro da perspectiva da Educação Matemática Crítica. Porém, contaram com uma organização marcada pela presença contínua dos professores na orientação e no desenvolvimento de todo o projeto.

O trabalho de Jacobini (2004) traz importantes contribuições acerca de como envolver alunos em uma atividade de modelagem, (denominado por ele de projeto de modelagem), que os conduza não apenas a desenvolver discussões matemáticas relacionadas com a construção dos modelos, mas que também favoreça ações que auxiliem o crescimento político dos alunos e da comunidade a qual fazem parte.

Em seu trabalho, o autor acompanhou um grupo de alunos voluntários em um projeto de modelagem matemática no qual procurou entender e analisar a tributação do imposto de renda no Brasil e as injustiças sociais decorrentes do modelo dessa tributação. O pesquisador mostrou que é possível problematizar uma situação que diz

respeito aos interesses e aspirações da comunidade, uma vez que o modelo brasileiro de tributação na época era considerado injusto socialmente por conter apenas duas faixas, o que trazia insatisfações que resultavam em debates políticos à época.

O projeto envolveu os alunos não somente na construção do modelo matemático representativo da tributação em questão, mas também possibilitou que os alunos se envolvessem em debates e discussões políticas sobre cidadania, o que contribuiu para favorecer o crescimento e a tomada de consciência da comunidade, não ficando o estudo restrito apenas à esfera escolar. Apesar da relevância do trabalho do autor para o campo da modelagem matemática, o trabalho não destacou a forma com que os modelos foram construídos pelos alunos, nem tampouco as interações discursivas que proporcionaram ao grupo de alunos a construção dos modelos de tributação do Brasil e dos países investigados.

Barbosa (2003, 2006b) ilustra uma experiência de atividade de modelagem matemática dentro do que ele denomina de perspectiva sociocrítica. O autor acompanhou uma turma de alunos do ensino fundamental de uma escola da rede pública estadual, situada no interior do estado da Bahia, em uma atividade de modelagem. Para tal, os alunos foram convidados a analisar e problematizar um programa governamental de distribuição de sementes para agricultores da região, o qual estava relacionado diretamente com a comunidade das famílias dos estudantes.

Os alunos, se opondo ao critério utilizado pelo governo para a distribuição das sementes, foram convidados e incentivados a criar um critério alternativo para a distribuição, fato que os levou a matematizar uma situação-problema real relacionada diretamente com contexto social dos mesmos. Tal acontecimento problematizou uma situação real conduzindo os alunos a utilizarem a matemática para uma reflexão e tomada de decisões. Segundo Barbosa (2006b), atividades que discutem o papel dos modelos matemáticos na sociedade se inserem na perspectiva sociocrítica, pois são “uma boa oportunidade para perceber a natureza não neutra da matemática em descrições de situações reais” (p. 294).

O autor sugere que atividades de modelagem na educação podem ser analisadas através das discussões dos alunos e, baseando-se em Skovsmose (1994), Barbosa (2003, 2006a, 2006b) propõe a noção de *discussões matemáticas, técnicas e reflexivas* para categorizar as discussões desenvolvidas através das interações dos alunos em ambientes de modelagem, ambientes por ele denominado de *espaços de interações*.

Segundo Barbosa (2006a), as discussões matemáticas se referem às ideias que pertencem à própria matemática, as discussões técnicas se referem àquelas que são produzidas e se relacionam diretamente com a produção do modelo matemático, ou aos processos que levam à matematização da situação-problema. As discussões reflexivas estão relacionadas com as discussões que se referem à natureza e critérios utilizados na construção do modelo, bem como das implicações sociais que decorrem da utilização desse modelo.

Para Barbosa e Santos (2007), as discussões reflexivas também têm o papel de viabilizar o processo de matematização da situação problema, uma vez que possibilitam analisar os critérios e os procedimentos matemáticos utilizados na construção dos modelos. Segundo os autores, as discussões reflexivas permitem revisar todo o processo de matematização do fenômeno social observado, servindo como uma porta de entrada para promover debates sobre o papel social da matemática, bem como favorecer o envolvimento de alunos na tomada de decisões sobre assuntos de relevância social e política.

As ideias trazidas pelos autores são relevantes para esta pesquisa, principalmente em razão do destaque dado ao processo discursivo que pode ser instaurado no desenvolvimento dos projetos. Com isso, acrescento que os processos de negociações serão tomados como importantes para esta pesquisa, uma vez que buscarei o efeito dialógico dessas negociações para entender como se desenvolve o processo de matematização em projetos de modelagem.

Os trabalhos de Jacobini (2004) e Barbosa (2006a, 2006b) se destacam principalmente por mostrar que projetos de modelagem, orientados no paradigma crítico de educação, auxiliam na direção de uma tomada de consciência dos envolvidos em suas comunidades, o que está em consonância com os propósitos de uma educação (matemática) crítica.

Segundo Skovsmose (2001), apoiando-se em Adorno, a educação não deve canalizar seus esforços na direção da promoção de informações ou na busca de uma adequação dos alunos a uma realidade constituída. Ela deve ser um “instrumento que contribua para assegurar direitos humanos e assim evitar catástrofes culturais e sociais” (SKOVSMOSE, 2001, p. 100).

O quarto trabalho apresentado foi selecionado em razão da leitura da pesquisa de Malheiros (2004), a qual procurou investigar como os conteúdos matemáticos eram

utilizados em projetos de modelagem desenvolvidos pelas turmas de um mesmo professor da disciplina de Matemática para o curso de Ciências Biológicas, ao longo de 10 anos. A autora constatou que a presença e a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) vinham tendo cada vez mais espaço nos trabalhos investigados. Dessa forma, para entender como essa parceria vem sendo utilizada em projetos de modelagem, apresentarei, na próxima seção, trabalhos que investigam o potencial desses “novos atores⁵”, explicitados por Borba e Villarreal (2005), no campo da Educação Matemática, e em especial, no campo da modelagem matemática.

3.6. A matematização desenvolvida pelo coletivo “seres-humanos-com-tecnologias”⁶

Na literatura do campo da Educação Matemática encontram-se importantes trabalhos que investigam as potencialidades da produção do conhecimento matemático formada pela tríade alunos - professores - tecnologias. Há trabalhos que evidenciam como processos de matematização (vertical) são desenvolvidos em atividades investigativas de sala de aula quando uma unidade básica de produção de conhecimento é formada pela tríade destacada acima.

Borba (1997, 2007) e Borba e Villarreal (2005) apresentam uma variedade de atividades investigativas de matemática, dentro das quais, o assunto de função é explorado em suas “múltiplas representações” de forma combinada, como a algébrica, tabular e a gráfica (BORBA, VILLARREAL, 2005 p.73). Dessa forma, os trabalhos apresentados por esses autores evidenciam que há o desenvolvimento de uma matematização vertical potencializada pelo enfoque pedagógico que privilegia a experimentação com tecnologia. Entretanto, apesar desse enfoque pedagógico explorar temas internalistas, ou ligados à própria matemática, Borba (2007) e Borba e Villarreal (2005) apontam que as ideias matemáticas produzidas no ambiente investigativo da sala de aula têm o potencial de serem utilizadas em projetos de modelagem desenvolvidos pelos alunos, paralelamente a essas aulas, e que são orientados para abordarem temas mais abertos, dentro de outras áreas de conhecimento.

⁵ Borba e Villarreal denominam “novos atores” a parceria firmada entre as tecnologias da informação e comunicação (TIC) utilizadas nas aulas de matemática e os alunos.

⁶ O conceito “seres-humanos-com-tecnologias” é amplamente utilizado por Borba e Villarreal (2005). Entretanto, “seres-humanos-com-mídias” apareceram, primeiro, em Borba e Penteadó (2001).

Posso destacar, a partir dos trabalhos de Borba (1999, 2007) e Borba e Villarreal (2005), que o processo de matematização (vertical) construído no ambiente de sala de aula e potencializado pela tríade professores - alunos - tecnologias, pode subsidiar trabalhos de modelagem e, dessa forma, as ideias matemáticas produzidas naquele ambiente podem alimentar a construção da matematização (horizontal) necessária em projetos de modelagem que abordam temas amplos e não matemáticos, através da matemática. Borba e Villarreal (2005) apontam que há a possibilidade de se ter uma “ressonância” ou uma harmonia entre as propostas pedagógicas que adotam o enfoque pedagógico experimental com tecnologias com aquelas que contemplam a modelagem como estratégia de ensino-aprendizagem. Em outras palavras, há a possibilidade de a matematização vertical, desenvolvida no ambiente investigativo da sala de aula, subsidiar a matematização horizontal requisitada em projetos de modelagem, desenvolvidos paralelamente às aulas.

Para exemplificar esse processo ou caminho da matematização vertical na direção de uma matematização horizontal, destaco o trabalho de modelagem matemática produzido por um grupo de alunos de graduação em Biologia na disciplina Matemática Aplicada⁷, da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), do campus da cidade de Rio Claro. Um dos grupos escolheu o tema “Germinação de sementes de melão” encontrado em Borba e Penteadó (2007, p.43). Para esse propósito submeteram um conjunto de sementes a diferentes temperaturas, verificando, nesse procedimento, o percentual de sementes germinadas. Os resultados dos alunos estão apresentados na tabela a seguir.

TABELA 2

Percentual de sementes germinadas

Temperatura (°C)	% sementes germinadas
20	90,72
25	97,43
30	95,76
35	90,76

Fonte: Borba; Penteadó, 2007, p. 42.

⁷ A disciplina Matemática Aplicada foi ministrada pelo professor Dr. Marcelo de Carvalho Borba, que adotou o enfoque experimental com tecnologias para tratar e desenvolver temas e tópicos relacionados com funções, introdução aos conceitos de derivada e integral. Além disso, projetos de modelagem foram desenvolvidos paralelamente por grupos de alunos ao longo da disciplina.

A intenção dos alunos era construir uma função que representasse o comportamento do percentual de germinação das sementes com a variação da temperatura. Ao representarem os dados da tabela em uma planilha eletrônica, perceberam que os pontos poderiam ser ajustados por uma função quadrática.

A seguir destaco o resultado apresentado pelo grupo:

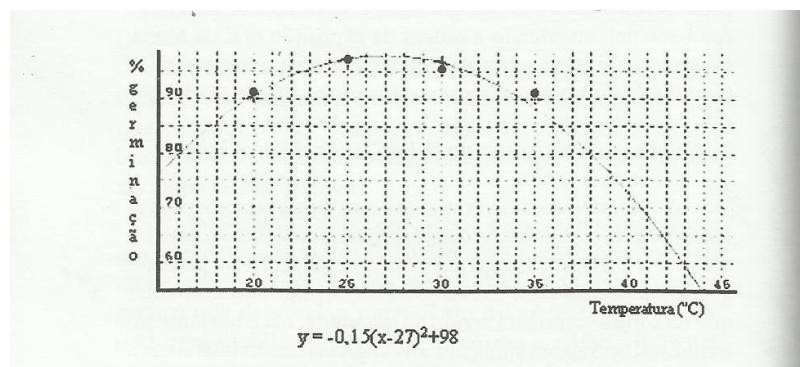


GRÁFICO 2: Germinação de sementes em função da temperatura

Fonte: Borba; Penteadó, 2007, p. 42.

A função que representou os pontos do gráfico foi determinada pelas “ideias matemáticas” produzidas no ambiente de ensino da sala de aula, quando o mesmo explorou o tema função quadrática. Tais ideias se apoiaram nas investigações feitas pela parceria entre grupos de alunos e softwares gráficos, visando entender o comportamento do gráfico da função $y = a(x - m)^2 + k$, quando variavam os coeficientes **a**, **m** e **k**. Dessa forma, os alunos, ao justificarem os procedimentos e hipóteses levantadas para a obtenção da função quadrática construída no projeto de modelagem, destacaram que utilizaram uma translação horizontal de 27 unidades ($m = 27$), e vertical de 98 unidades ($k = 98$) do vértice da parábola $y = -ax^2$, obtendo vértice $V = (m; k) = (27; 98)$, e utilizaram uma abertura de $a = 0,15$ da mesma. Desta forma, chegaram à equação $y = -0,15(x - 27)^2 + 98$.

Neste trabalho, percebe-se que a matematização horizontal, desenvolvida no projeto de modelagem pelos alunos, encontrou ressonância na forma como os conhecimentos eram produzidos no ambiente da sala de aula. A construção do modelo matemático que representou a relação entre a temperatura, à qual eram submetidas as sementes, e o percentual de sementes germinadas, foi desenvolvido através das investigações que utilizaram as múltiplas representações de uma função. Dessa maneira, posso destacar que houve uma convergência entre a forma de construção do conhecimento matemático apreendidas no ambiente investigativo da sala de aula e a

forma de matematização horizontal utilizada no projeto de modelagem. Entretanto, não posso concluir que o processo de matematização horizontal que ocorreu no projeto “germinação de sementes” teve como propósito central explorar situações que pudessem “concretizar a sociedade”, relacionando o projeto, por exemplo, com um tema mais amplo e relevante do ponto de vista social e político, como a produção de sementes transgênicas no Brasil e no mundo.

Da mesma forma, posso destacar que no trabalho houve uma matematização horizontal significativa, do ponto de vista da Educação Matemática. O trabalho agregou uma forma peculiar de associar a produção do conhecimento matemático da tríade “aluno - professor - tecnologia”, denominado por Borba e Villarreal (2005, p. 92) de “seres - humanos - com tecnologias”. Esses autores destacam que as tecnologias podem se constituir em muito mais que instrumentos ou recursos didáticos que auxiliam os processos de ensino de matemática, uma vez que elas possuem grande potencial de se transformarem em “atores”, assumindo dessa forma, um papel importante para a construção do conhecimento matemático em ambientes investigativos. Dessa forma, Borba e Villarreal (2005) adotam uma perspectiva teórica dentro da qual a produção do conhecimento matemático influencia e é influenciado não só pelos seres humanos, mas pela unidade “seres-humanos-com-tecnologias” que pode ser estabelecida nesses ambientes.

Diante dessas questões, entendo que é importante compreender o papel desses novos “atores” na produção do conhecimento matemático em processos que envolvem a própria matematização vertical na cena educativa. Entretanto, também entendo que a compreensão do papel empreendido pela unidade “seres-humanos-com-tecnologias” na produção do conhecimento matemático, além de ser capaz de subsidiar os processos de matematização horizontal em ambientes de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica, também pode ser importante para a compreensão da questão central posta por esta pesquisa: Como se dá o processo de matematização em projetos de modelagem desenvolvidos em ambientes orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica?

Assim como a unidade “seres-humanos-com-tecnologias” mostrou ser importante no processo de matematização horizontal empreendido no projeto “Germinação de sementes”, penso que ela também poderá se mostrar importante na compreensão dos processos de matematização em projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

Para finalizar, destaco que o foco desta pesquisa está na busca da compreensão de como se desenvolve o processo de matematização quando a modelagem matemática estiver mergulhada em um ambiente reflexivo/crítico. Procurarei entender de que forma a matematização empreendida nos processos de modelagem está alinhada com as preocupações da Educação Matemática Crítica defendida por Skovsmose (1994, 2007).

Após me dedicar sobre os propósitos da Educação Matemática, bem como sobre as questões que se configuram como importantes para a Educação Matemática Crítica, e apresentar trabalhos dentro da literatura do campo da modelagem matemática, descrevo, a seguir, a metodologia utilizada nesta pesquisa e o contexto onde a mesma se desenvolveu.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo, na primeira seção, apresento e justifico a opção metodológica utilizada nesta pesquisa, bem como o caminho percorrido para a escolha dos procedimentos metodológicos utilizados na produção do material empírico. Na segunda seção, teço detalhamentos sobre a forma como os instrumentos selecionados para a obtenção dos dados desta pesquisa foram utilizados e destaco, na terceira e última seção, a teoria de análise do discurso de Bakhtin adotada para auxiliar no processo de compreensão da questão posta por esta pesquisa.

4.1. Abordagem metodológica

Segundo Bicudo (1993, p.18), pesquisar está relacionado com um processo de construção de uma interrogação e reunião de esforços para “andar em torno da mesma”, buscando elaborar, nesse processo, uma forma convincente de compreensão para a interrogação formulada. Entretanto, esse processo pode assumir contornos diferenciados, principalmente quando se leva em consideração a concepção de ciência assumida pelo pesquisador.

Por exemplo, segundo a autora, quando se assume uma concepção positivista, a compreensão para o problema investigado pode ser entendida como uma busca de respostas que garantem uma estrutura rígida que explique, de forma inquestionável, o problema investigado. Diferentemente, quando se assume uma concepção fenomenológica, busca-se interrogar o fenômeno em sua redução (BICUDO, 1993, p.19). Ao assumir esta última concepção de ciência, o pesquisador adota um procedimento estratégico de suspender o objeto na sua forma reduzida e contorná-lo incansavelmente, com o rigor metodológico se estabelecendo por meio da busca e construção de um movimento dialético de interrogação e compreensão do objeto pesquisado.

A autora sublinha que a interrogação deve fazer sentido para o pesquisador. Entretanto, a busca da compreensão do objeto investigado deve igualmente contribuir para a “região de inquérito onde o significado é tecido” (BICUDO, 1993, p.19). Dessa

forma, quando um determinado objeto, ou uma determinada interrogação, é construída por um pesquisador, deve-se levar em consideração que este nunca está só, pois o mesmo faz parte de uma cadeia na qual (e da qual) suas ideias são alimentadas.

Considerando esta pesquisa, sua região de inquérito é a Educação Matemática (Crítica) e a modelagem matemática nela inserida. A interrogação ou pergunta que norteou esta investigação não tem, portanto, só uma influência do ponto de vista subjetivo, mas traz consigo esse processo dialético de interlocução que procuro desenvolver com a região de inquérito do qual esta pesquisa faz parte.

Diante dessas considerações, destaco que esta pesquisa tem como interesse inicial buscar compreender como se dá o processo de matematização em um ambiente no qual se desenvolve um projeto de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica, bem como compreender e analisar a natureza da matemática que foi (ou pode ser) construída nesse ambiente, considerando a dinâmica das relações dos envolvidos nas atividades desenvolvidas no projeto.

Como esta pesquisa se fundamenta numa perspectiva que busca o efeito dos diálogos dos participantes do projeto de modelagem para entender o processo de matematização do mesmo, julgo que a abordagem qualitativa é uma opção adequada. Como justificativa por esta opção metodológica me apoio, inicialmente, em D'Ambrósio (2006). Este autor ressalta que pesquisas que adotam uma abordagem qualitativa têm como uma de suas principais preocupações a valorização das pessoas, e buscam, na maioria das vezes, narrar e interpretar o sentido que as mesmas dão às ideias por elas construídas.

De forma semelhante, devo igualmente apontar o interesse desta pesquisa pelas perspectivas dos participantes, tal como destacam Bogdan e Biklen (1994), para o modo que os envolvidos em uma pesquisa qualitativa traduzem, dão sentido e buscam estratégias em suas interações diárias para resolver uma dada situação-problema, como foi o caso do projeto de modelagem desenvolvido pelo grupo de alunos sob a minha orientação.

Outra importante característica das pesquisas qualitativas, conforme é ressaltado por Bogdan e Biklen (1994), está na forma com que o planejamento da pesquisa⁸ se

⁸ O termo planejamento ou delineamento de pesquisas será utilizado nesta pesquisa de acordo com a interpretação de Deslauries e Kérisit (2008). Os autores ao discorrerem sobre esses termos, se referem ao modo como o pesquisador apresenta a pesquisa que ele pretende realizar, considerando seus aspectos metodológicos, como escolha dos instrumentos e organização e análise dos dados, bem como a compreensão do problema de pesquisa e toda a problemática que o inspirou, além de sua pertinência.

efetua ao longo do processo investigativo. Os autores destacam a possibilidade de a direção de uma pesquisa ser mudada, uma vez que ela só “começa a se estabelecer após a recolha dos dados e o passar do tempo com os sujeitos” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50).

Não é sem razão que Alvez-Mazzotti (2001) destaca a casualidade das pesquisas qualitativas sofrerem alterações ao longo do processo de investigação, possibilitando que o foco e o desenvolvimento de categorias previamente estabelecidas sejam reelaborados e redimensionados. A autora afirma ainda que uma estruturação não muito rígida deve ser levada em consideração no planejamento de uma pesquisa qualitativa, uma vez que os fenômenos sociais que estão na pauta de investigação destas pesquisas são considerados complexos, principalmente devido à natureza holística dos mesmos. Dessa forma, a autora nos alerta que uma focalização prematura do problema, bem como a adoção de um quadro teórico rígido, pode impossibilitar a ampliação da visão do pesquisador para “aspectos importantes que não se encaixam na teoria previamente estabelecida” levando-o a “fazer interpretações distorcidas dos fenômenos estudados” (ALVES-MAZZOTTI, 2001, p.148). Diante dessa característica da pesquisa qualitativa, a autora sublinha que a sua estruturação deve ser equilibrada de maneira a não ser totalmente aberta, sem um grau mínimo de estruturação prévia, nem tampouco ser muito fechada e apriorística, de maneira a impossibilitar que o pesquisador redimensione seu estudo, alterando ou ajustando o seu foco à medida que vai percebendo elementos importantes dentro da complexidade investigada.

Essa abertura possibilitou-me que, durante a imersão no campo, percebesse que o processo de matematização era conduzido por uma unidade formada pela tríade pesquisador orientador-grupo de alunos-tecnologias, vistos como atores constituintes do conjunto seres-humanos-com-mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005). Diante disso, as influências das interações recíprocas desenvolvidas neste “coletivo pensante” (LÉVY, 1993) possibilitavam auxiliar o grupo no desenvolvimento da matematização do tema investigado. Foi a partir dessa constatação, já no início do projeto, que o elemento das ações coletivas ganhou um espaço privilegiado em minhas observações. Deslauriers e Kérist (2008) apontam que um dos objetivos da pesquisa qualitativa é compreender e descrever “o comportamento dos indivíduos, assim como a ação social quando ela se traduz em ação coletiva” (DESLAURIERS; KÉRISIT, 2008, p.131).

Apesar da pergunta norteadora da pesquisa não sofrer um processo de redimensionamento, o olhar do pesquisador passou a considerar e analisar o

desenvolvimento do coletivo pensante no processo de matematização no projeto de modelagem, o que me conduziu a tomar como unidade de análise a parceria entre os componentes do grupo de modelagem e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no desenvolvimento do projeto. Mas, importa-me, sobretudo, investigar a característica da matemática construída pelo grupo de alunos voluntários ao longo de todo o processo e etapas do desenvolvimento do projeto de modelagem.

Essa investigação se efetuou com a utilização de múltiplos instrumentos de coletas de dados, como a observação participante, gravação em vídeo e áudio, utilização de um caderno de campo e entrevistas. Na próxima seção tecerei com maiores detalhes o desenvolvimento do projeto e a importância e características de cada instrumento.

4.2. Caracterização dos instrumentos de coletas de dados utilizados na pesquisa

Nesta pesquisa, utilizei a observação participante como um dos instrumentos de coleta de dados. Este instrumento se mostrou importante principalmente porque, através do mesmo, pude perceber que os enunciados construídos pelos membros do grupo teve significativa importância na produção do conhecimento que nutria o processo de matematização no projeto de modelagem.

Bogdan e Biklen (1994) apontam que a observação participante pode ser considerada como uma das melhores técnicas de recolhimento de dados quando o foco de estudo é centrado nas interações de um determinado grupo a ser investigado. Entretanto, a observação participante em ambientes de pesquisa pode ser desenvolvida de várias formas, dependendo do grau de interação entre o pesquisador e o grupo investigado. Adler e Adler (1994) destacam essa diferenciação classificando-as em três categorias: pesquisador-membro-periférico, pesquisador-membro-ativo e pesquisador-membro-completo. De acordo com a classificação dos autores, se não houver a necessidade de o pesquisador interagir com os sujeitos de sua pesquisa, com sua ação se restringindo à observação, ele é considerado como pesquisador-membro-periférico. Entretanto, se o pesquisador assumir uma responsabilidade dentro do grupo, interagindo de uma forma mais intensa, ou desempenhando uma determinada função, além do seu papel de observador, ele é considerado membro-ativo. Finalmente, se o pesquisador for membro do ambiente a ser pesquisado, como em pesquisas que o próprio professor pode desenvolver com uma de suas turmas, ele é considerado pesquisador-membro-completo.

No caso desta pesquisa, ao refletir sobre a atuação do pesquisador, tendo como parâmetro a classificação destacada por Adler e Adler (1994), a denominação de pesquisador-membro-ativo é a mais adequada, uma vez que a interação entre o pesquisador-orientador do projeto com os alunos do grupo foi bastante intensa, considerando tanto no que se refere à orientação do projeto, bem como o desenvolvimento e coordenação do ambiente estruturado pelo grupo para o desenvolvimento do projeto de modelagem⁹.

Como tive uma função que não se restringiu à observação, principalmente ao assumir uma função de responsabilidade, tanto na condução da pesquisa, bem como no processo de orientação do projeto, julguei ser necessário incluir-me como sujeito desta pesquisa, conjuntamente com os alunos que dela participaram, ou como já destaquei anteriormente, como um elemento dentro do coletivo pensante.

Devo destacar, me apoiando em Alvez-Mazzotti (2001), que quando uma pesquisa qualitativa tem o pesquisador observador fazendo parte da dinâmica social investigada por um longo período de tempo, como foi o caso desta pesquisa, a investigação deve combinar a observação participante com outros instrumentos de coletada de dados, principalmente para assegurar uma maior confiabilidade à mesma.

Tendo em vista o objeto desta pesquisa, que é compreender o processo de matematização desenvolvido no projeto, julguei necessária a combinação desses múltiplos instrumentos de coletas de dados, como o vídeo e o áudio, aliados aos procedimentos metodológicos como entrevistas e notas de campo, principalmente pela possibilidade de os mesmos agregarem maior confiabilidade nas análises dos dados. Desta maneira, os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa foram sendo estruturados para contemplar, de forma combinada, as interações dos participantes do grupo e a dinâmica interna das situações por eles desenvolvidas.

Considerando inicialmente as entrevistas, o próprio grupo pediu para que elas fossem desenvolvidas de forma coletiva. Como em todas as atividades do projeto as interações desenvolvidas se deram de uma forma negociada e dialogada pelos componentes, decidi acatar a decisão do grupo.

⁹ Desta forma, neste trabalho, o pesquisador pode ser considerado membro ativo do grupo investigado, com sua participação sendo importante tanto no que se refere às orientações para que o projeto de modelagem fosse desenvolvido dentro da perspectiva da Educação Matemática Crítica, quanto no processo dialógico de negociações que conduziram o grupo a tomar decisões para desenvolver o processo de matematização.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), as entrevistas em grupo são utilizadas quando os sujeitos que dela participam são encorajados a falar sobre um mesmo tema. No caso desta pesquisa, o tema estava ligado com os objetivos da mesma, ou seja, a busca de uma compreensão de como o grupo interpretava as ações ali empreendidas para a matematização da situação explorada, o que incluía, também, todo um processo de verificação de como os alunos compreendiam e se situavam em toda a complexidade da situação real explorada.

Como exemplo de questões que foram feitas durante as entrevistas, destaco aquelas relacionadas com o processo de observação da curva formada pelos pontos obtidos dos dados por nós recolhidos¹⁰ e com a busca e construção de uma função cujo gráfico melhor se aproximava¹¹ dessa curva, para descrever o comportamento da situação-problema explorada.

De acordo com Poupart (2008), as entrevistas representam um instrumento que auxilia o pesquisador a obter uma opinião ou uma reconstrução da realidade investigada. As entrevistas, em pesquisas qualitativas, também se diferenciam quanto ao grau de sua estruturação. Elas podem ser consideradas abertas, principalmente quando os tópicos são guiados por questões mais gerais, ou podem ser estruturadas de uma forma mais rígida, de maneira a conter apenas tópicos rígidos guiados pelo interesse do pesquisador. Segundo Bogdan e Biklen (1994), as entrevistas que não se enquadram nos extremos aberta/estruturada, são denominadas de semiestruturadas, pois, apesar de serem orientadas inicialmente por algumas questões de interesse do pesquisador, também abrem espaço para que outras questões que aparecem no processo investigativo e não exploradas previamente, sejam consideradas, principalmente se essas questões forem interpretadas como de interesse pelo pesquisador para responder às questões postas pela pesquisa.

Como nesta pesquisa a ideia foi apreender como as vozes¹² ali destacadas individualmente se integravam para estruturar e formar a voz constituída pelo grupo, numa tentativa de compreender como, e de que forma, o processo de matematização se

¹⁰Essas informações serão evidenciadas no capítulo 6.

¹¹ O processo de obtenção da curva envolveu procedimentos relacionados com a busca de uma dada função por aproximação. Interessava-me, portanto, analisar como o grupo interpretava e assumia esse processo de formulação de hipóteses e escolha da função que “melhor” representava o comportamento dos dados obtidos em conjunto com as hipóteses assumidas, bem como sobre o comportamento dos mesmos.

¹²O conceito de voz é usado no sentido Bakhtiniano.

desenvolvia na unidade coletiva que se materializava, denominada de coletivo pensante, julguei ser importante realizar as entrevistas de forma coletiva.

Bogdan e Biklen (1994) afirmam que as entrevistas de grupo podem ser úteis para “transportar o entrevistador para o mundo dos sujeitos” (BOGDAN; BINKLEN, 1994, p.138). Desta forma, elas foram utilizadas para obter dados individuais e coletivos dos participantes.

Neste trabalho, tanto as entrevistas como as interações desenvolvidas pelo grupo no decorrer do projeto de modelagem foram registradas por meio de instrumentos de vídeo e áudio. O vídeo se configurou como um importante instrumento de coleta de dados, principalmente em razão da opção do pesquisador de ser membro-ativo no desenvolvimento do projeto.

Powell *et al.* (2004) destacam a importância do uso de vídeo em pesquisas em Educação Matemática, principalmente pela sua capacidade de captar sons e imagens simultaneamente. Além disso, seu potencial de captar e “desvelar momento-a-momento”, comportamentos e interações valiosas, sejam verbais ou gestuais, permite aos pesquisadores reexaminarem de uma forma mais sistemática os dados. Os autores sublinham que a utilização do vídeo traz vantagens em relação às pesquisas que adotam a observação direta como único instrumento de coleta de dados, destacando duas potenciais formas de registros daquelas em relações a estas, denominados de “densidade e permanência” (POWELL *et al.*, 2004, p.86).

A densidade pode ser caracterizada pela facilidade empreendida pelo vídeo de captar uma grande variedade de dados, principalmente aqueles que apresentam um grau de detalhamento difícil de serem observados a olho nu, como as interações proporcionadas por um grupo de alunos ao desenvolver uma atividade de modelagem, como no caso desta pesquisa. Já a permanência se relaciona com a possibilidade de armazenar os dados por muito tempo, e por poder assisti-los quantas vezes forem necessárias para a realização da análise. Essa facilidade de se efetuar múltiplas sessões de visualização foi fundamental para a seleção e análise de episódios considerados importantes para a compreensão e discussões das questões propostas pela pesquisa.

Nesta pesquisa, a seleção de episódios relevantes, denominados por (POWELL *et al.*, 2004, p.104) de “eventos críticos”, possibilitou trazer evidências, aos olhos do pesquisador, para o processo de compreensão e análise do objeto investigado. Destaco que a seleção desses eventos críticos também teve o auxílio do grupo de pesquisa do qual faço parte, o que favoreceu tanto a triangulação dos dados obtidos com os outros

instrumentos de coleta, como também possibilitou apontamentos e reflexões desenvolvidos pelos membros do grupo¹³. Diante da constatação dessas evidências percebi que, além de a gravação em vídeo dos dados de uma pesquisa contribuir para potencializar a triangulação dos dados, ela também potencializa um processo de discussão entre os pares de um grupo de pesquisa, o que permite desenvolver novos olhares para o desenvolvimento do processo investigativo.

Outro instrumento de coleta de dados utilizado nesta pesquisa foi a anotação em caderno de campo. Ao final de cada encontro com os alunos criei o hábito de descrever e registrar todo o conteúdo e a forma com que o grupo tratava as questões ali discutidas. Minha intenção foi desenvolver as primeiras análises, sobretudo aquelas relacionadas com um dos propósitos desta pesquisa, que foi explorar um tema que fosse de interesse dos alunos, que levasse os mesmos a refletirem sobre a importância do estudo desse tema para o crescimento social e político do grupo. Além disso, utilizei o caderno de campo para registrar os procedimentos utilizados pelo grupo no processo de matematização, ao longo do desenvolvimento do projeto de modelagem.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), o caderno de campo se configura como um material descritivo que relata a parte mais subjetiva das etapas de uma pesquisa qualitativa que adota a observação participante, principalmente na ênfase especulativa proporcionada pelo desenvolvimento destas primeiras impressões.

Nesta pesquisa, além de as anotações no caderno de campo se constituírem como um material significativo para efetuar essas primeiras impressões, elas se mostraram fundamentais, principalmente quando o equipamento de vídeo ficou impossibilitado de ser utilizado em um dos encontros. Devo destacar que, especificamente neste encontro, um dado considerado de grande importância para a compreensão do processo de matematização da situação explorada pelo grupo só pôde ser coletado por via anotação. Refiro-me à escolha de uma determinada função para representar, de maneira aproximada, o crescimento da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração Mineral) da cidade de Congonhas, como será discutido no capítulo 6.

Essa característica, de se usar vários procedimentos de coleta de dados numa pesquisa qualitativa, não mostra como os dados devem ser recolhidos e selecionados para um processo de análise, processo este que tem início já quando o pesquisador está

¹³ O grupo de pesquisa é constituído pelos alunos de mestrado, doutorado e de iniciação científica orientados pela Profa. Dra. Jussara de Loiola Araújo, e tem, como principal característica, discutir, de forma coletiva, as pesquisas desenvolvidas por cada um de seus membros.

no campo de pesquisa. Entretanto, Bogdan e Biklen (1994) trazem importantes reflexões sobre o modo que os dados podem aparecer, ou são construídos, em um processo de pesquisa. Para os autores, os dados não se restringem ao que é recolhido, na sua forma bruta, ao longo do processo investigativo, mas também devem ser considerados quando “o espírito de investigação” dá-lhes uma nova roupagem. Esta nova roupagem se refere ao processo de levar os dados ao “instrumento sensível da mente” do pesquisador (BOGDAN; BIKLEN, p.200).

Para os autores, a importância de uma pesquisa qualitativa não se restringe à descrição dos procedimentos metodológicos utilizados para selecionar os dados obtidos na pesquisa. Sua contribuição está na busca do desenvolvimento e na produção de ideias sobre os dados ou os objetos investigados, considerando, nesse processo, todos os riscos que uma pesquisa de caráter interpretativo pode assumir.

A produção de ideias é representada por meio de uma análise acurada dos dados selecionados. Nesta pesquisa, os dados selecionados emergiram dos processos dialógicos instaurados nas interações dos participantes no desenvolvimento do projeto de modelagem. Dessa forma, as análises que compõem os diálogos selecionados são construídas por meio de uma teoria do discurso.

Na próxima seção, apresento a teoria da análise do discurso adotada nesta pesquisa e destaco os conceitos dessa teoria que foram utilizados nas análises dos episódios selecionados.

4.3. Análise do material empírico produzido pela pesquisa

O material empírico analisado nesta pesquisa constitui-se pelas anotações destacadas no caderno de campo e, principalmente, pelas observações das gravações dos treze encontros agendados pelo grupo para o desenvolvimento do projeto de modelagem. As interações e os processos discursivos instaurados pelos participantes do projeto nesses encontros serviram como base para a compreensão do objetivo central desta pesquisa que é entender como o processo de matematização foi se constituindo e se materializando ao longo dos encontros. As análises foram desenvolvidas por meio do diálogo com a literatura do campo da modelagem matemática, da Educação Matemática Crítica e da teoria do discurso de Bakhtin (2000, 2004), que trata da enunciação.

As reflexões de Bakhtin são relevantes para esta pesquisa, principalmente quando se parte do pressuposto de que uma atividade de modelagem na Educação Matemática se estabelece dentro de um ambiente onde os processos discursivos ali produzidos e travados se relacionam com os diversos espaços sociais frequentados pelos sujeitos. Segundo Bakhtin (2000) os enunciados, tomados como parte constitutiva das interações verbais, refletem as diferentes formas com que o conhecimento é tratado nas diversas esferas das atividades humanas. Para o autor, os enunciados “refletem as condições específicas e as finalidades de cada uma dessas esferas” (BAKHTIN, 2000, p.279). Assim, as marcas incorporadas pelas pessoas quando frequentam, de uma forma regular, uma dada esfera da atividade humana, como a escola, a família ou mesmo uma dada organização social, podem ser percebidas através dos enunciados “relativamente estáveis” desenvolvidos dentro dessas esferas.

Os Estudos de Bakhtin (2000) mostram que há uma heterogeneidade discursiva que molduram os enunciados numa interação verbal uma vez que os sujeitos produtores dos discursos são perpassados pelas ideologias do meio social em que vivem. Segundo o autor “As palavras são tecidas a partir de uma multidão de fios ideológicos e servem de trama a todas as relações sociais em todos os domínios” (BAKHTIN, 2004, p.41).

Como nesta pesquisa interessa-me compreender como se desenvolve o processo de matematização em um projeto de modelagem por um grupo de alunos do terceiro ano do ensino técnico integrado ao médio, vejo importância em entender como valores e crenças veiculadas nos diversos espaços escolares frequentados por estes alunos, como a própria disciplina de matemática ou as disciplinas das áreas técnicas podem de alguma forma, mostrarem-se importantes para o entendimento da forma com que o processo de matematização foi se materializando ao longo dos encontros. Não é sem razão que Bakhtin (2000) destaca que “os enunciados e o tipo a que pertencem, (...) são as correias de transmissão das concepções que estão disseminadas” nas diversas esferas da atividade nas quais os homens frequentam (BAKHTIN, 2000, p.285).

Cabe sublinhar que neste trabalho o processo de matematização será analisado dentro de um ambiente onde se entrecruzam as ideologias forjadas nos diversos espaços sociais, e principalmente educativos, vivenciados pelos sujeitos da pesquisa. Diante dessas considerações, entendo que a análise do discurso que trata da formação discursiva é importante para subsidiar a compreensão de como o processo de

matematização é tecido no ambiente de modelagem matemática desenvolvido pelo grupo.

Cabe destacar que esta pesquisa buscará identificar as diversas vozes trazidas e reconfiguradas no processo de matematização. Segundo Bakhtin (2000), os discursos produzidos nas diversas interações verbais estão “repletos de palavras dos outros” que “assimilamos, reestruturamos, modificamos” (BAKHTIN, 2000, p.314). Para o autor a identificação dessa multiplicidade de vozes em um processo discursivo é que possibilita determinar o lugar social e a ideologia subjacente ao mesmo na formação discursiva.

Diante desta questão, sublinho e reforço que esta pesquisa busca identificar as vozes externas circunscritas e instauradas no processo de matematização da situação-problema explorada pelos participantes do projeto de modelagem matemática. A identificação, compreensão e análise da formação discursiva, bem como o conteúdo ideológico ligado a cada esfera da atividade social onde o discurso foi alimentado, subsidiará a compreensão de como o processo de matematização foi tecido no ambiente de modelagem matemática orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

Cabe aqui destacar que, numa formação discursiva, a palavra não carrega uma autoria exclusiva uma vez que ela é interindividual, tal como destaca Bakhtin (2000).

A palavra é interindividual. Tudo o que é dito, expresso, situa-se fora da “alma”, fora do locutor, não lhe pertence com exclusividade. Não se pode deixar a palavra para o locutor apenas. O autor (o locutor) tem seus direitos imprescindíveis sobre a palavra, mas também o ouvinte tem seus direitos, e todos aqueles cujas vozes soam a palavra têm seus direitos (não existe palavra que não seja de alguém). A palavra é uma trama de três personagens (não é um dueto, mas um trio). É representado fora do autor, e não pode introjetá-lo (introjeção) no autor (Bakhtin, 2000, p.350).

Ao buscar as contribuições da teoria do discurso de Bakhtin para compreender a forma com que o processo de matematização foi se constituindo ao longo dos treze encontros do projeto de modelagem, procurei analisar como as ideologias forjadas em outros espaços escolares e sociais frequentados pelos participantes do projeto se entrecruzam, associam ou se afastam daquela assumida na orientação do projeto, ou seja, daquela que abraça e são condizentes com as preocupações da Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 2007).

Cabe salientar que minha opção por adotar essa posição epistemológica se baseia na premissa de que um projeto de modelagem matemática é tecido por muitas vozes, vozes estas que podem estar ou não alinhadas, se afastar ou aproximar da concepção de

educação defendida e assumida por aqueles que levantam a bandeira ideológica da educação (matemática) crítica. Parafrazeando Freire (1975), as ideologias trazidas e conformadas pelos seres humanos não se dão no vazio, mas se constituem nas suas relações com os outros, uma vez que o “existir não é individual, contudo só se realiza em relação com outros existires. Em comunicação com eles” (FREIRE, 1975, p.41).

Até aqui, neste capítulo, destaquei, em detalhes, a abordagem metodológica adotada nesta pesquisa. No próximo capítulo apresento o contexto no qual foi efetivada a pesquisa, destaco o processo de convite aos sujeitos da pesquisa e construo uma caracterização dos participantes.

CAPÍTULO 5

O CONTEXTO E OS SUJEITOS

Neste capítulo, na primeira seção, faço um breve histórico do nascimento do Campus Congonhas do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG). Além disso, destaco o princípio norteador que está na base de implantação dos Institutos Federais, que inclui a possibilidade de construir uma proposta político-pedagógica que vislumbra desenvolver uma educação tecnológica articulada com os diversos setores da sociedade.

Na segunda seção, destaco a área de abrangência do Campus Congonhas, bem como os cursos da área tecnológica nele ofertados, e apresento a minha atuação profissional como docente do quadro permanente dessa instituição. Na terceira seção, apresento os procedimentos adotados para a escolha dos participantes da pesquisa e a forma como os encontros aconteceram com o grupo, para o desenvolvimento do projeto de modelagem. Na quarta e última seção, construo uma espécie de retrato dos sujeitos selecionados.

5.1. Os Institutos Federais de Educação e o Campus Congonhas

O atual Campus de Congonhas do IFMG iniciou suas atividades no ano de 2006, como uma unidade de ensino descentralizada vinculada ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto (CEFET-OP). Nesse período, o CEFET de Congonhas oferecia três cursos técnicos, todos na modalidade pós-médio¹⁴, subsequentes de Mecânica, Edificações e Produção Industrial. Os cursos foram desenvolvidos, inicialmente, em uma escola municipal da prefeitura de Congonhas, no período noturno, até dezembro do ano de 2008, ano em que foi inaugurada a sede própria do campus.

A promulgação da lei no. 11.892¹⁵ do Governo Federal, em 2008, enquadrou as Escolas Técnicas Federais, dentro das quais os Centros Federais de Educação Tecnológica, ou os CEFET's, como Institutos Federais de Educação. Com isso, a antiga

¹⁴ São cursos técnicos com duração de dois anos, ofertados aos alunos que concluíram o ensino médio, denominados de Cursos Técnicos Subsequentes.

¹⁵ Lei n° 11.892 de 29 de Dezembro de 2008.

unidade do CEFET de Ouro Preto passou a ser estruturada como um campus independente do então recém criado Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, denominado IFMG. Nascia, aí, o Campus Congonhas do IFMG.

Deve-se destacar que os Institutos Federais foram concebidos para ter e desenvolver uma estrutura multicampi, com uma organização pedagógica verticalizada¹⁶, destinando 50% de suas vagas aos cursos técnicos, principalmente na forma integrada com o ensino médio; 20% de suas vagas destinadas às Licenciaturas, com as demais vagas podendo ser oferecidas em cursos de graduações tecnológicas, como as engenharias; ou na oferta de cursos de especializações voltados para a pesquisa na área tecnológica e capacitação dos professores.

Dessa forma, o princípio norteador da implantação dos Institutos Federais de Educação é de desenvolver uma proposta de educação na qual uma organização político-pedagógica deve estar relacionada à oferta de uma educação verticalizada em áreas em que a ciência e a tecnologia sejam componentes determinantes.

Segundo Pacheco (2008), espera-se que, no planejamento curricular dos cursos oferecidos pelos Institutos, os aspectos da transversalidade e da verticalização sejam priorizados. Nesse contexto, a transversalidade deve ser entendida como uma forma de organização do trabalho didático em que a tecnologia seja o elemento que perpassa todos os cursos ofertados e que esteja presente nos diversos níveis de ensino, tendo, dessa maneira, a preocupação de desenvolver uma educação tecnológica na qual o diálogo entre educação e tecnologia seja priorizado.

A organização pedagógica verticalizada, que possibilita aos docentes atuar em diferentes níveis de ensino, bem como a estruturação multicampi dos Institutos, visa, sobretudo, uma participação mais alinhada de todos os campi com o território de sua abrangência. Segundo Pacheco (2008), o fundamento principal da implantação destes Institutos está no compromisso dos mesmos estabelecerem um diálogo permanente com a sociedade civil, o poder público e os setores econômicos da região.

Considera-se que os Institutos Federais, na construção de sua proposta pedagógica, façam-no com a propriedade que a sociedade está a exigir e se transformem em instrumentos sintonizados com as demandas sociais, econômicas e culturais (...) (PACHECO, 2008, p.5).

¹⁶ Organização que permite a oferta de cursos profissionalizantes nos níveis básico, médio e superior, além das licenciaturas.

O interesse, portanto, é contribuir para o desenvolvimento social e econômico da região e oferecer à população a possibilidade de se obter uma formação ampliada, preocupada não somente com a qualificação para atender ao arranjo produtivo local, mas que dentro dessa qualificação haja, sobretudo, o compromisso e o desafio de desenvolver uma formação mais humanizadora. Dessa forma, a criação dos Institutos Federais está relacionada ao conjunto de implantação de políticas públicas do Governo Federal que prevê uma forma de atuação dos Institutos que alinhe, em sua área de abrangência, desenvolvimento econômico e social “na perspectiva da construção da cidadania” (PACHECO, 2008, p. 6) ¹⁷.

É dentro desse contexto que o Campus Congonhas iniciou sua atuação, como uma recente ex-unidade vinculada ao CEFET de Ouro Preto, em 2006, e, em 2009, já como Campus independente do até então recente Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, tendo como base os princípios norteadores acima destacados.

Na próxima seção apresentarei, de uma forma mais detalhada, a área de abrangência do campus Congonhas, destacando os cursos inicialmente ofertados, bem como minha atuação profissional neste Instituto.

5.2. A área de abrangência do Campus e os cursos ofertados

O Campus Congonhas do Instituto Federal Minas Gerais localiza-se na região denominada de Alto Paraopeba, recebendo alunos das diversas cidades que compõem esta região, como Congonhas, Ouro Branco, Belo Vale, Conselheiro Lafaiete, São Brás do Suaçuí, Jeceaba, Entre Rios de Minas dentre outras. Como Congonhas e a região limítrofe têm um histórico de desenvolvimento econômico e social ligados à exploração mineral, com importantes indústrias mineradoras e siderúrgicas localizadas na região, o Instituto ali instalado oferece cursos profissionalizantes para contribuir com o arranjo produtivo local consolidado por essa realidade ¹⁸.

Dessa forma, o Instituto iniciou suas atividades, a partir do primeiro semestre de 2009, oferecendo, pela primeira vez, os cursos técnicos integrados com o ensino de

¹⁷ Eliezer Pacheco assumiu na época a função de Secretário de Educação Profissional e Tecnológica do Governo Federal presidido por Luis Inácio Lula da Silva.

¹⁸ A estrutura multicampi dos Institutos federais tem como propostas a abrangências de ações e intervenções em suas respectivas regiões, como na identificação de problemas, na criação de soluções técnicas e tecnológicas voltados para o desenvolvimento socioeconômico, bem como nas ações preocupadas com a inclusão social.

nível médio nas áreas de Mineração, Mecânica e Edificações. Os cursos técnicos pós-médio de Edificações e Mecânica continuavam a ser ofertados semestralmente. Já no segundo semestre daquele ano, os cursos superiores de graduação tecnológica em Engenharia de Produção e o de Licenciatura em Física começaram a ser ofertados. Além destes, o IFMG passou a oferecer, a partir do primeiro semestre do ano de 2010, o curso profissionalizante de Manutenção de Computadores, contemplando a adesão dos Institutos ao Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA).

Dentro desse contexto, a partir de um regime de dedicação exclusiva, minha atuação no Instituto é dividida entre ministrar aulas de matemática nos diversos níveis de ensino e participar de reuniões relacionadas diretamente com as questões pertinentes ao ensino e à pesquisa, visando, dessa forma, estruturar e desenvolver um ensino articulado com a pesquisa, o que está em consonância com os propósitos dos Institutos Federais de Educação, conforme evidenciado na seção anterior.

Considerando os diversos níveis de educação em que posso atuar nesta proposta de ensino verticalizada, devo destacar que o grupo de professores de matemática da instituição tem o hábito de distribuir as aulas levando em conta tanto a preferência de atuação entre o nível médio e superior de ensino, quanto o interesse pela área de especialização de cada docente. Como meu interesse é trabalhar com pesquisas que envolvem a modelagem e o uso de tecnologias na Educação Matemática, atuo no nível superior de ensino, bem como no ensino médio integrado ao técnico.

Iniciei minhas atividades, nesse Instituto, no primeiro semestre do ano de 2009, atuando nos cursos técnicos subsequentes, ministrando a disciplina Matemática Aplicada, e, no ano seguinte, a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I para as turmas de Engenharia de Produção e Licenciatura em Física. Já no ano de 2011, época em que os dados desta pesquisa¹⁹ foram obtidos, atuava no ensino técnico integrado ao ensino médio no período diurno, ministrando a disciplina Matemática para duas turmas do primeiro ano dos cursos de Mecânica e de Mineração, bem como a disciplina de Equações Diferenciais para uma turma do terceiro período de Licenciatura em Física.

Além das aulas, vinha desenvolvendo desde o ano de 2009 pesquisas junto ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica (PIBIT) no campus. Trata-se de trabalhos com foco na modelagem matemática e tecnologias. Dessa

¹⁹Primeiro semestre de 2011.

forma, procuro orientar e incentivar alunos dos cursos técnicos e superiores a desenvolver pesquisas na área de modelagem matemática. Dentro deste contexto é que se dá a minha atuação profissional neste Instituto, destacando que a sua estruturação político-pedagógica facilita meu interesse em desenvolver uma concepção educacional que alinha pesquisa e ensino.

Considerando a minha longa trajetória de professor, e a minha recente entrada nesse processo que alinha pesquisa e ensino, o qual o Instituto me proporciona desenvolver, é que eu justifico a opção de ter realizado a produção de material empírico desta pesquisa nessa instituição, com alunos voluntários, de outro professor, do terceiro ano do curso técnico integrado. Destaco, ainda, a proposta político pedagógica dos Institutos Federais, principalmente pela sua preocupação em desenvolver uma educação articulada com os diversos setores da sociedade, o que está em sintonia com a concepção de Educação Matemática Crítica que venho procurando construir.

Na próxima seção, relato com maiores detalhes o processo de escolha do grupo de alunos sujeitos desta pesquisa, e apresento como se consolidaram os encontros para o desenvolvimento do projeto de modelagem.

5.3. Procedimentos adotados na escolha dos sujeitos e os encontros para o desenvolvimento do projeto

Conforme relatei na seção anterior, desde 2009 venho desenvolvendo projetos de iniciação científica no campus do Instituto Federal, todos relacionados com a modelagem matemática e tecnologias. Cabe destacar que, no Campus Congonhas, os resultados das pesquisas desenvolvidas pelos alunos e professores nos programas de iniciação científica, bem como em outros trabalhos, principalmente pesquisas relacionadas com as áreas tecnológicas dos cursos ali ofertados, são apresentados na Semana da Ciência e Tecnologia. Neste contexto, os resultados das pesquisas envolvendo a modelagem matemática vêm sendo divulgados nesses encontros para toda a comunidade de alunos, professores, ou interessados de uma forma geral.

Nessa Semana da Ciência e Tecnologia o debate com os alunos e professores, após as apresentações dos trabalhos, são estruturados com a intenção de promover a socialização do conhecimento construído nas pesquisas, bem como estimular o desenvolvimento de novos trabalhos. Dentro desse contexto, especificamente no segundo semestre de 2010, um aluno do segundo ano do curso técnico integrado de

mecânica apresentou os resultados de sua pesquisa de modelagem matemática do PIBIT, sob a minha orientação, na qual investigou e modelou a evolução dos recordes olímpicos, masculino e feminino, nas diversas modalidades do atletismo²⁰, como salto em distância, arremesso de dados e corridas de cem e duzentos metros rasos ao longo dos anos.

Após a apresentação, passei a conversar com o professor²¹ de matemática das turmas do ensino técnico integrado sobre meu interesse pela modelagem, destacando a importância desse tema para a pesquisa de doutorado que eu pretendia realizar. Comentei sobre a possibilidade de desenvolver, no primeiro semestre do ano de 2011, como parte de minha pesquisa de doutorado, um projeto de modelagem com uma de suas turmas do ensino técnico integrado ao ensino médio. Convidei-o para participar conjuntamente com os seus futuros alunos, e destaquei que o projeto poderia ser desenvolvido com alunos voluntários, nas dependências do próprio campus e fora dos horários destinados às aulas.

A partir dessa proposta, passamos a conversar sistematicamente sobre modelagem matemática, principalmente da forma como desenvolvia os trabalhos com os alunos na iniciação científica e sobre os propósitos de minha pesquisa de doutorado em investigar o processo de matematização em projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

Apesar do interesse e do reconhecimento inicial demonstrado pelo professor acerca das potencialidades do ensino de matemática quando se propõe a adoção de um enfoque didático-pedagógico como a modelagem, bem como da minha preocupação com o desenvolvimento de uma educação crítica que visa, principalmente, contribuir para a construção de uma educação voltada para o desenvolvimento de uma consciência crítica, esse professor decidiu não participar na execução do projeto, alegando incompatibilidade em seus horários²². Entretanto, continuou sinalizando que a pesquisa

²⁰ Esta pesquisa teve inspiração em um trabalho de comunicação científica apresentado na VI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM) no ano de 2009, na cidade de Londrina, denominado “A modelagem matemática aplicada ao esporte: um estímulo ao processo ensino-aprendizagem” (KFOUR; BASSANEZI, 2009).

²¹ Até o ano de 2010, o Campus Congonhas contava com três professores de matemática, sendo que o professor mencionado lecionava a disciplina de matemática para cinco das seis turmas do ensino técnico integrado ao ensino médio, sendo três turmas do segundo ano e duas turmas do primeiro ano. No início do ano de 2011 mais dois professores de matemática foram integrados, através de concurso público, ao grupo dos docentes do Campus de Congonhas, todos trabalhando em regime de dedicação exclusiva.

²² O professor estava se preparando para o processo seletivo de Doutorado em Educação na UFMG e durante as quartas-feiras cursaria uma disciplina de Educação Matemática ofertada pelo programa de Pós-Graduação no primeiro semestre de 2011.

poderia ser desenvolvida com grupos de alunos de uma de suas turmas do ano seguinte (ano de 2011). Dessa forma, continuamos a conversar sobre essa possibilidade, e já no ano de 2011, iniciamos uma estratégia para convidar os alunos de uma de suas turmas²³, conforme combinado.

O passo seguinte seria então escolher uma das cinco turmas desse professor e fazer o convite aos alunos para participar, de forma voluntária, do projeto. Esse procedimento ocorreu durante o mês de fevereiro de 2011. Após receber o horário das aulas destinado às turmas do ensino técnico integrado, percebi que essa tarefa não seria muito fácil, visto que cada curso técnico contempla um número significativamente alto de disciplinas em sua grade curricular, como aquelas destinadas à formação geral, relacionadas com ensino médio, bem como as disciplinas específicas da área técnica.

Destacando que meu interesse era de convidar os alunos de uma turma específica para desenvolver um projeto de modelagem em horários fora daqueles destinados às disciplinas, decidi por escolher a turma do terceiro ano do ensino técnico integrado de Mecânica. O principal motivo foi que, semanalmente, considerando o quadro de horários destinados às disciplinas dessa turma, as aulas nas quartas-feiras terminavam às 15h40, o que não acontecia com os demais dias²⁴, cujas aulas finalizavam às 17h40. Minha intenção era convidar os alunos da turma de Mecânica para desenvolver o projeto aproveitando os horários vagos que eles teriam às quartas-feiras, ou seja, de 16h às 17h 40.

Dessa forma, informei ao professor sobre essa decisão, e combinamos que no mês de fevereiro de 2011, em uma de suas aulas na turma, eu iria conversar com o grupo de alunos sobre o meu interesse em desenvolver um projeto de modelagem com os mesmos. Na conversa em que tivemos o professor me informou que a turma do terceiro ano de Mecânica contava com um total de 20 alunos²⁵ matriculados em sua disciplina. Achei o número baixo, visto que cada turma nos primeiros anos do ensino técnico integrado possui uma média de 45 alunos. De qualquer forma, ao analisar o total de alunos da turma, pensei que o reduzido número de alunos pudesse ser um fator

²³A divisão das aulas para o ano de 2011 designava esse professor para lecionar para as turmas dos terceiros e dos segundos anos dos cursos técnicos integrado ao médio. Eu lecionaria a disciplina de Matemática para duas das três turmas do primeiro ano do ensino técnico integrado e, no primeiro semestre, a disciplina de Equações Diferenciais para a turma de Licenciatura em Física.

²⁴Cada aula do ensino técnico integrado ao médio tem duração de 50 min., sendo distribuídas diariamente no período da manhã, de 7h30 até às 12h, com intervalo de 9h10 às 9h30, e no período da tarde, de 14h até às 17h40, com intervalo de 15h30 às 16 h.

²⁵São oferecidas 40 vagas anuais para cada um dos três cursos técnicos integrados ao ensino médio no Campus de Congonhas do IFMG.

facilitador para a adesão dos mesmos ao convite, fato que não se confirmou após os dois encontros que tive com a turma para esclarecer sobre os propósitos da pesquisa e fazer-lhes o convite para participarem.

No primeiro encontro com a turma tive apenas uma conversa com os alunos sobre meu interesse em desenvolver uma pesquisa de modelagem, na qual destaquei que a participação dos mesmos seria de forma voluntária. Expliquei para a turma o entendimento que tenho sobre modelagem matemática, de minhas experiências quando a mesma fora utilizada como um enfoque pedagógico, e do processo de investigação inerente à modelagem quando se propõe a descrever matematicamente uma situação-problema real. Entretanto, ao conversar com a turma, pude perceber que era uma forma de trabalhar com a matemática cuja experiência eles jamais tiveram, exceto um ex-aluno de iniciação científica que desenvolveu, através da minha orientação, uma pesquisa que envolveu a modelagem matemática, conforme já descrito nesta mesma seção.

Diante desta constatação, pedi a esse aluno que falasse de nosso trabalho de modelagem desenvolvido no programa de iniciação científica. Após a explicação do aluno para a turma, falei que o projeto que eu pretendia desenvolver seria em grupo, com alunos voluntários, com um tema que possivelmente estaria relacionado com a relação entre a mineração e o desenvolvimento das cidades da região, como Congonhas e cidades circunvizinhas. Ao final desse primeiro encontro, entreguei dois documentos a todos os alunos da turma, que eram os termos de consentimento de participação em pesquisa, um destinado aos pais e outro aos alunos. Combinei com a turma que, caso algum aluno resolvesse participar como voluntário da pesquisa, ele deveria trazer, na semana seguinte, esses documentos assinados pelos pais ou responsáveis. Assim, marquei um segundo encontro, em outra aula do professor, para recolher os documentos dos alunos que resolvessem participar.

Para esse segundo encontro, a minha expectativa era a de ter um número significativo de alunos com a intenção de participar da pesquisa. Entretanto, contrariando essa minha expectativa, somente sete alunos manifestaram interesse em participar, e mesmo assim, três desses alunos não apresentaram no dia marcado a carta de consentimento assinada pelos pais, o que só aconteceu posteriormente. Dessa forma, nesse encontro, combinei com os alunos voluntários que toda quarta-feira, após o intervalo das aulas da tarde, encontraríamos para desenvolvermos o projeto de modelagem. Expliquei que poderíamos utilizar qualquer sala de aula nas dependências

do campus, bem como um dos dois laboratórios de informática que o Instituto disponibilizava no primeiro semestre de 2011.

Combinamos que todos os encontros seriam em uma sala específica²⁶, localizada no segundo andar do prédio antigo do Instituto²⁷, ou no laboratório de informática, perto da sala dos professores. Essa opção foi sugerida por mim, após fazer um levantamento das salas de aulas e dos laboratórios disponíveis durante o turno e os horários que o projeto iria se desenvolver, visto que também usaríamos com frequência um dos laboratórios de informática do Campus na execução do projeto.

Com a concordância do grupo sobre os horários e os locais a serem utilizados durante a pesquisa, marquei o primeiro encontro com o grupo de alunos voluntários para a primeira semana de março. O grupo de alunos desenvolveu todo o projeto em treze encontros, ocorridos ao longo dos meses de março a julho de 2011. Realizou-se no último encontro um debate sobre o tema desenvolvido no projeto com as lideranças políticas de Congonhas e de suas cidades circunvizinhas como Belo Vale, Conselheiro Lafaiete e Ouro Branco, e com toda a comunidade do IFMG sendo convidada a participar, conforme foi a intenção do grupo de modelagem para finalizarmos o projeto.

A concretização do debate mostrou a importância do tema explorado não só para o grupo, mas para alunos, professores, funcionários e comunidade em geral, uma vez que pôde contar com a adesão do prefeito de Congonhas, dos secretários municipais das cidades mencionadas acima e também com a presença dos representantes do denominado Consórcio Público para o Desenvolvimento do Alto do Paraopeba (CODAP)²⁸.

A proposta do grupo, de divulgar os resultados do trabalho desenvolvido no projeto para a comunidade, tomou uma dimensão bem significativa. A temática da relação da importância da mineração para o desenvolvimento da região do Alto Paraopeba orientou um autêntico debate entre as lideranças políticas das cidades ali

²⁶ Encontraríamos na sala de aula de número 202 ou na da sala de informática de número 201.

²⁷ O Instituto contava, na época da pesquisa, com dois prédios de dois andares cada, destinados às salas de aula. O prédio mais antigo inaugurado em 2008, além das salas de aula e dos professores, contava com dois laboratórios de informática, um em cada andar. Entretanto, o segundo prédio ficou pronto para receber os alunos no final de 2010, e contava com duas salas de informática no primeiro andar que estavam sendo estruturadas para receber os computadores no primeiro semestre de 2011, época em que a pesquisa fora realizada.

²⁸ A região do Alto Paraopeba tem projeções de receber grandes investimentos até o ano de 2020, todos ligados à expansão das indústrias mineradoras e siderúrgicas instaladas na região, bem como no processo de instalação de novas indústrias. Este movimento levou as cidades do Alto Paraopeba a se unirem para desenvolver estratégias de ações conjuntas, tentando, dessa maneira, construir um modelo de gestão pública para aproveitar este potencial econômico e promover o desenvolvimento econômico, social e político da região.

representadas, alunos, professores, diretoria de pesquisa e extensão do Campus e diretores do Instituto ali presentes. Este fato se configura como uma experiência significativa que se alinha com a proposta político-pedagógica dos Institutos em estabelecer um diálogo permanente com a sociedade civil, o poder público e os setores econômicos da região.

Conforme minha ideia inicial de construir com os alunos um ambiente de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica, com o desenvolvimento do projeto servindo como base para se conseguir uma inserção dos alunos voluntários no seu contexto sociocultural, bem como levá-los a ter uma leitura desse contexto de forma crítica, numa tentativa de contribuir para o estabelecimento de um processo de conscientização desses alunos do grupo, creio que esse momento serviu para demonstrar, sobretudo para a comunidade ali representada, esse desejo de construir uma ação educativa alinhada com os processos que têm o potencial de despertar nas pessoas o conhecimento crítico da realidade e uma experiência real que vislumbra uma participação mais democrática dessas pessoas em temas que envolvem discussões importantes, sobretudo do ponto de vista político, social e econômico do seu contexto sociocultural

Todo esse projeto foi pensado inicialmente nessa possibilidade, o que está em consonância com os propósitos de alimentar uma concepção crítica de educação alinhada à pesquisa, pois segundo Freire (1975, p.95) uma das características históricas de nossa educação é enfatizar cada vez mais em nós posições ingênuas, capazes de nos deixar na periferia de tudo que tratamos, reforçando ainda mais nossa “inexperiência democrática”. Apesar de a pesquisa ter-se focalizado no processo de matematização do grupo de alunos e pesquisador orientador em um ambiente de modelagem, não posso deixar de destacar que uma concepção de educação deu suporte à criação desse ambiente, uma orientação preocupada em alimentar uma concepção de Educação (matemática) Crítica direcionada para desenvolver uma cultura na qual os alunos e professores tenham a experiência de não se limitar a ouvir respostas, mas, sobretudo, buscar um ambiente no qual possam construir perguntas.

Na orientação dada ao grupo, essa proposta foi elucidada e discutida ao longo de todo o caminho percorrido na pesquisa. Dessa forma, o convite ao grupo foi para fazer uso da matemática, através da modelagem, para entendermos, de uma forma ampliada, a

importância da extração mineral para o desenvolvimento da região do Alto do Paraopeba, os desdobramentos nas áreas social, econômica e política que surgiram e que poderiam surgir dessa relação. Essa proposta foi aceita pelo grupo e se tornou um desafio para todos nós, principalmente porque tínhamos que nos debruçar sobre a compreensão de um tema que, apesar de estar relacionado diretamente com o contexto dos alunos, seria contemplado dentro de um projeto de matemática, o que era novidade para eles.

Na próxima seção apresento o perfil de cada um dos sete alunos que decidiram participar do projeto, no qual destaco parte da trajetória escolar dos mesmos antes de chegar ao Instituto Federal no Campus Congonhas para fazer o curso técnico integrado ao médio, bem como, de uma forma simplificada, a relação que os mesmos tiveram com a matemática nesse percurso e, por fim, a justificativa apresentada pelos mesmos por ter aceitado participar do projeto de modelagem. Cabe aqui ressaltar que, dos sete alunos do grupo, dois desistiram já nos primeiros encontros, e uma justificativa dada por esses alunos, pela decisão de interromper a participação no projeto, será também apresentada em conjunto com a construção do perfil mencionado acima.

5.4. Perfil dos componentes do Grupo

O grupo de voluntários que aceitaram participar do projeto era composto pelos seguintes alunos da turma do terceiro ano do ensino técnico de mecânica integrado ao médio: Alair, Edu, Gerson, Isadora, João Vila, Marcos e Tamires²⁹. Os alunos Marcos e Gerson participaram dos encontros iniciais e resolveram se desligar do grupo.

Os alunos voluntários que compuseram o grupo de modelagem para esta pesquisa eram provenientes de diferentes cidades da região do Alto Paraopeba. Edu e João Vila eram de Congonhas, Isadora e Tamires de Conselheiro Lafaiete, Alair de Santana dos Montes, Marcos de São Brás do Suaçui e Gerson de Belo Vale.

Na sequência, apresento o perfil³⁰ de cada aluno voluntário, no qual será destacada a trajetória escolar desses alunos no ensino fundamental e médio, bem como a

²⁹ Para preservar as identidades dos componentes do grupo foram utilizados nomes fictícios.

³⁰ A entrevista com os cinco participantes que permaneceram no projeto foi realizada coletivamente no mês de março de 2011, no IFMG. Os sujeitos que desistiram da pesquisa concederam entrevistas individualmente. As falas dos sujeitos estão identificadas em itálico, bem como as expressões utilizadas pelos mesmos.

relação que os mesmos desenvolveram com a matemática nesse percurso. Ao final deste capítulo, apresento o meu perfil e uma breve trajetória.

5.4.1. Perfil de Alair

Alair nasceu na cidade de Santana dos Montes. Na época da pesquisa tinha 17 anos. Contou-nos que passou a morar com um tio na cidade de Congonhas quando passou no processo seletivo do IFMG em 2009. Seu pai tem curso técnico em Agrimensura, concluído numa cidade do interior de São Paulo quando, na adolescência, também fora morar com um dos seus tios. Apesar de ter exercido a profissão por certo período de tempo, o pai de Alair voltou para a cidade de Santana dos Montes para ajudar seu avô na lavoura. Segundo Alair, seu pai trabalha atualmente como um micro produtor rural em sua pequena propriedade. A mãe de Alair tem curso superior completo e é professora da educação básica do município de Santana dos Montes.

Alair sempre estudou em escolas públicas de sua cidade. No ensino fundamental cursou o primário³¹ em uma escola municipal e, o ensino da quinta à oitava série do ensino fundamental em uma escola estadual. Cursou também o primeiro ano do ensino médio nessa mesma escola estadual de sua cidade em consequência de não ter sido aprovado em quatro processos seletivos, ao final do seu ensino fundamental: concursos do CEFET de Minas Gerais em Belo Horizonte, do Colégio Técnico da UFMG, do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Viçosa e do CEFET de Ouro Preto.

Apesar de sempre ser um ótimo aluno em sua cidade, principalmente em matemática, percebeu que tinha que se esforçar mais para conseguir aprovação em uma escola federal, conforme era seu desejo. Dessa forma, paralelamente ao estudo do primeiro ano do ensino médio na escola estadual de sua cidade, fez aulas particulares de matemática e português, o que o auxiliou na aprovação do processo seletivo do IFMG. Alair relatou ao grupo que possui vários tios que hoje são engenheiros que estudaram no CEFET de Belo Horizonte e depois na UFMG, e por isso foi muito incentivado pelos mesmos a construir uma trajetória semelhante.

Para Alair, mesmo tendo que repetir o primeiro ano, disse que ficou muito satisfeito após ser aprovado no Instituto, principalmente porque “sempre quis ser

³¹ Preferimos manter a nomenclatura dada ao ensino fundamental da época em que os sujeitos estudaram. Para fins de esclarecimento, o antigo primário hoje corresponde às séries iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º ano) e as séries finais correspondem ao que denominamos (6º ao 9º ano).

engenheiro” e ali teria uma base melhor, já que os *professores são bem formados, muito bem graduados, e por isso valeu a pena.*

Com relação à Matemática, nos disse que sempre gostou dela, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, destacando que é considerado um dos bons alunos em matemática no Instituto. Para Alair, o ensino dessa disciplina no campus não se diferencia tanto do ensino que teve nas escolas de sua cidade natal. Entretanto, em sua opinião, a questão da disciplina e do rigor é o grande diferencial, *porque a metodologia é bem semelhante, lançamento da matéria no quadro e resolução de exercícios.*

Durante o segundo ano, Alair foi selecionado para ser monitor de física do Instituto, dedicando dez horas semanais para exercer essa atividade que era orientada pelo professor da disciplina.

Segundo nos informou, sua opção de participar do projeto de modelagem se deu em consequência da *oportunidade de aprender matemática de uma forma diferente* já que sempre conversava com seu amigo, João Vila, durante a pesquisa de modelagem desenvolvida na iniciação científica quando estava no segundo ano.

5.4.2. Perfil de Edu

Edu nasceu na cidade de Congonhas, onde mora com os pais e, na época da entrevista, tinha dezoito anos. Conforme nos relatou, seu pai possui o ensino médio completo e exerce a função de caldeireiro em uma siderúrgica localizada nos limites das cidades de Congonhas e Ouro Branco. Sua mãe também tem o ensino médio e trabalha em um supermercado de Congonhas. Edu estudou em escolas públicas de Congonhas antes de ser aprovado e entrar para fazer o curso técnico integrado ao médio no Instituto. No ensino primário, estudou em uma escola da rede municipal e, no ensino fundamental, da quinta série à oitava série, estudou em outra escola municipal. Coursou também o primeiro ano do ensino médio em uma escola estadual antes de entrar para o Instituto.

Segundo nos relatou, optou por estudar no IFMG pela qualidade de ensino e também pelas informações e influências de três tios que exerciam a profissão de técnico na região. Conforme nos revelou, um deles teve a formação profissionalizante no próprio IFMG de Congonhas, e os demais no antigo CEFET de Ouro Preto, e hoje IFMG campus Ouro Preto.

Edu sublinhou que teve uma boa relação com a Matemática em sua trajetória escolar antes de entrar para o curso técnico no Instituto. Entretanto, ele considera que essa relação no Instituto é razoável, e atribui essa mudança pela sua *falta de base*, visto que no Instituto há um aprofundamento maior em relação às escolas públicas que frequentou anteriormente. Segundo nos relatou, o professor de matemática foca na preparação para o vestibular, e, por esse motivo, diferentemente do projeto de modelagem, segue um “ensino mais tradicional”.

Edu optou por participar do projeto de modelagem para aprender um pouco mais de matemática. Além disso, por ter gostado muito da experiência de ter participado de um projeto de iniciação científica quando estava no segundo ano no Instituto, denominado “Panorama audiovisual da obra de Machado de Assis”, achou que valeria à pena participar de outro.

5.4.3. Perfil de Gerson

Gerson tinha 18 anos na época da pesquisa. Ele mora com os pais na cidade de Belo Vale. Seu pai tem ensino médio completo e exerce a profissão de técnico metalúrgico na Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em Congonhas. Sua mãe é graduada em Pedagogia e trabalha como professora das séries iniciais do ensino básico da rede municipal do município de Belo Vale.

Conforme nos relatou, estudou em escolas públicas de sua cidade antes de iniciar o ensino médio integrado ao técnico no Instituto Federal em Congonhas. No primário estudou em uma escola municipal de sua cidade natal, e no restante do ensino básico fundamental, transferiu-se para outra escola municipal de sua cidade. Chegou também a estudar o primeiro ano do ensino médio em uma escola estadual de sua cidade, optando-se por reiniciar o ensino médio integrado ao técnico no Instituto. Segundo Gerson, sua opção por estudar no Instituto foi motivada pelos pais, principalmente pela possibilidade de conciliar uma formação técnica e acadêmica de nível médio de qualidade.

Ao ser indagado sobre os motivos pelos quais o levou a participar inicialmente do projeto, Gerson justificou: *Por se tratar de um projeto que pesquisava sobre um assunto muito interessante que particularmente em nossa região é de grande importância.* Gerson participou ativamente no início do projeto, mas devido a uma

agenda apertada de estudos, teve dificuldades em conciliar os encontros destinados ao desenvolvimento do projeto de modelagem com as outras atividades. Assim ele disse: *Pela apertada carga horária do nosso Instituto, não consegui conciliar minhas obrigações escolares com o projeto. Apesar de me interessar pelo projeto eu estava comprometendo meus estudos.*

Gerson declarou que nunca se destacou em matemática nas escolas em que estudou, mas que procurava se esforçar dedicando um tempo de estudo maior a essa disciplina. Ao ser indagado sobre a forma de ensino de matemática nas escolas em que estudou, bem como dentro do próprio Instituto, o aluno destacou: *No Instituto, em geral, é muito bom e algumas vezes pode parecer mais apertado que nas outras escolas, mas nada que a dedicação não resolva.* Gerson também sublinhou que, em relação às outras escolas que estudou, *o ensino de matemática do IFMG é bem melhor, justificando a formação e dedicação dos professores,* como um dos principais fatores que contribuem para essa diferença.

Gerson também nos revelou que, em toda a sua trajetória escolar, nunca desenvolveu um projeto de matemática, mesmo dentro do Instituto. Apesar de ter participado apenas dos primeiros encontros com o grupo, o aluno sempre perguntava sobre o andamento da pesquisa. Foi dentro dessas conversas que ele informou que o filho do prefeito de Belo Vale também estudava no IFMG. A partir dessa informação, pude conversar com esse aluno e, posteriormente, agendar uma conversa com seu pai para informar-lhe sobre o tema da pesquisa que estávamos desenvolvendo e, aproveitando o momento, para fazer-lhe um convite para participar de um seminário, em conjunto com os demais prefeitos da região do Alto Paraopeba, com o objetivo de discutirmos a relação da exploração mineral e o desenvolvimento dessa região com a comunidade do IFMG.

5.4.4. Perfil de Isadora

Isadora nasceu na cidade de Conselheiro Lafaiete. Morava com a mãe nesta mesma cidade e tinha dezessete anos no período em que participou desta pesquisa. Sua mãe tinha o ensino médio completo e trabalhava na área de contabilidade.

Isadora cursou todo o ensino fundamental em escolas públicas de sua cidade. Da então antiga primeira série à quarta série do primário estudou em uma escola municipal, e da quinta série à oitava série do ensino fundamental, em uma escola estadual.

Conforme nos relatou, não tinha dificuldades com a matemática no ensino primário e fundamental. Isadora nos lembrou³² que, nessa fase de sua escolarização, até conseguiu tirar a nota total em dois bimestres, um na sétima e outro na oitava série.

Com relação às aulas de matemática no ensino fundamental, Isadora nos relatou que se resumiam basicamente em explicações da teoria na lousa e na resolução de exercícios e em aplicações de fórmulas. Não se lembra de ter participado de nenhum projeto no ensino fundamental.

Isadora resolveu fazer o ensino médio no IFMG pela tradição da qualidade do ensino das escolas federais. Sua mãe a influenciou nesta escolha, dizendo que se tratava de uma escola conceituada.

A aluna destacou que sua relação com a matemática no Instituto não era muito boa, uma vez que precisava se esforçar muito, já que a cobrança é bastante alta. Isadora também sublinhou que precisava estudar e fazer inúmeros trabalhos para as outras disciplinas de seu curso, o que demanda muito tempo.

Com relação à matemática, Isadora nos informou que a forma de ensino dessa disciplina no Instituto não se diferencia muito das que teve anteriormente no ensino fundamental. Porém, sentiu uma cobrança maior no ensino médio, principalmente porque seu professor³³ dava muitas listas de exercícios, com um grau de aprofundamento bem alto.

Isadora participou como bolsista em um projeto no ano de 2010, coordenado pela assistente social do campus, denominado “Educação para a toda vida”, no qual *participava de várias dinâmicas* que envolviam temas como moral e ética. Isadora nos informou que foi uma experiência muito boa porque se tratava de *uma coisa diferente*.

Com relação a sua opção por participar do projeto de modelagem, disse-nos que no início entrou para aprender um pouco mais de matemática, e motivou a sua amiga Tamires a também participar do grupo.

³²A primeira pessoa do plural será usada em virtude da forma coletiva em que foram desenvolvidas as entrevistas, atendendo à decisão do grupo de alunos.

³³As turmas do terceiro ano do ensino técnico integrado ao médio tiveram o mesmo professor de matemática ao longo de todo o ensino médio.

5.4.5. Perfil de João Vila

João Vila nasceu na cidade de Congonhas e tinha 16 anos na época da pesquisa. Revelou-nos que sempre morou com seus pais naquele município. Seu pai trabalhava como supervisor na Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e possuía o ensino superior incompleto. Sua mãe possuía o ensino médio e trabalhava como secretária.

Contou-nos que estudou todo o ensino básico e fundamental numa escola particular católica de sua cidade natal, optando, entretanto, por fazer o ensino médio integrado ao técnico no Instituto Federal por influência dos pais, uma vez que apostavam na boa qualidade do ensino dessa instituição.

João Vila destacou que sempre teve facilidades na aprendizagem de matemática, sendo um ótimo aluno tanto no ensino fundamental quanto no médio, mesmo se levando em consideração a maior cobrança no ensino médio daquela disciplina. João Vila não via diferença entre a metodologia usada no processo de ensino dessa disciplina na escola onde cursou o ensino fundamental e no próprio Instituto.

João Vila havia participado de um projeto de modelagem matemática no Instituto no ano de 2009, projeto este desenvolvido a partir do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica Júnior (PIBIT Jr.), dentro do qual mostrou todo um interesse e potencial de *aprender algo novo baseado em alguma matéria* que ele tem facilidade, como é o caso da matemática, conforme destacou na entrevista. Foi em virtude desse primeiro contato com a modelagem matemática que João Vila aceitou o convite de participar da pesquisa que se desenvolveria em grupo, e não de forma individual como em sua primeira experiência.

Um fato que me chamou a atenção foi que, ao ser perguntado se havia motivado os demais integrantes do grupo para participar do projeto, ele ressaltou: *Sim. Eu pedi para que eles participassem, pois iriam aprender algo novo fora da matéria de matemática baseado na matemática.*

Ao ser perguntado acerca da diferença que lhe chamou a atenção entre os dois projetos, o primeiro feito de forma individual no PIBIT Jr., e o segundo, com os demais colegas de sua turma ele respondeu: *A principal diferença foi o que usamos de exemplo para aplicar a modelagem matemática: no primeiro usamos os recordes mundiais e na segunda usamos as rendas que as cidades da região ganham com a exportação do minério. Esses trabalhos foram bons, pois além de aprendermos algo na matemática eu*

pude perceber algo novo para a utilização da matemática além dos estudos feitos em sala de aula.

5.4.6. Perfil de Marcos

Marcos nasceu em Conselheiro Lafaiete e tinha 17 anos na época da pesquisa. Ele sempre morou com os pais na cidade de São Brás do Suaçui. Seus pais não chegaram a completar o ensino primário. Marcos destacou que o pai trabalhava no campo, podendo ser considerado “um pequeno produtor rural”, e sua mãe era dona de casa.

Revelou-nos que sempre estudou em escolas públicas da cidade de São Brás do Suaçui, sendo que no primário, estudou em uma escola municipal, e nas outras séries do ensino fundamental em uma escola estadual. Segundo Marcos, sua prima é professora da rede estadual em sua cidade, e lhe incentivou a entrar no Instituto, já que sempre foi um aluno destaque nas escolas em que estudou na sua cidade. Dessa forma, Marcos procurou o Instituto pela *qualidade de ensino e por ser a melhor escola da região*.

Com relação à Matemática do Instituto, destacou que a diferença está no aprofundamento e na cobrança, justificando que *o tipo de aula é mais ou menos igual* em relação às outras escolas em que estudou. Marcos destacou que sempre foi um bom aluno, principalmente em matemática, matéria que praticamente *fechava no primário até a oitava série*, e que no Instituto continuava gostando dessa disciplina.

Marcos, na época da pesquisa, participava de um projeto de iniciação científica no Instituto orientado por um professor de Física, denominado “Desenvolvimento e implantação do laboratório virtual de Física”. Disse-nos que no projeto estudou “linguagem de programação”, mas que o mesmo tinha paralisado parcialmente em virtude de o professor orientador ter assumido a função de coordenador de ensino no Instituto, mas que provavelmente seria retomado mais à frente.

Com relação ao seu interesse inicial em participar do projeto de modelagem disse-nos que, no início, fora atraído pela oportunidade de estudar matemática e por querer conhecer mais sobre a própria modelagem. Entretanto, Marcos resolveu participar apenas dos três primeiros encontros, pois nos revelou que gostaria de entender melhor sobre o “funcionamento do CFEM”, já que tinha um primo que exercia o cargo de vereador em sua cidade, e que também se interessava por política. Sua decisão de

não mais participar dos encontros para o desenvolvimento do projeto de modelagem foi justificada, sobretudo pela falta de tempo, já que percebeu que não conseguiria conciliar o estudo das dezenove disciplinas do curso conjuntamente com a provável retomada do projeto de iniciação científica de Física do qual não havia se desligado.

5.4.7. Perfil de Tamires

Tamires nasceu na cidade de conselheiro Lafaiete e tinha 17 anos na época da pesquisa. Ela sempre morou com os pais nessa cidade. Seu pai tinha o ensino médio e trabalhava como operador de guindaste, atividade na qual se especializou na construção de obras que envolvem grandes estruturas. Por esse motivo, segundo Tamires, *ele rodou todo o Brasil*, trabalhando em mineradoras, petrolíferas, em obras de estrutura pesada como nas cidades de Carajás no estado do Pará, Macaé no estado do Rio de Janeiro, Brasília na construção da ponte JK, e em cidades dos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, dentre outros.

Sua mãe tinha curso superior e pós-graduação, e atuava como professora municipal efetiva nas cidades de Congonhas e Conselheiro Lafaiete.

Tamires sempre estudou em escolas públicas de sua cidade antes de entrar para o curso técnico integrado de mecânica do Instituto. Conforme nos relatou, no ensino primário, da primeira à quarta série, estudou em uma escola municipal, que em sua opinião *era uma escola muito boa*. Entretanto, da quinta a oitava série do ensino fundamental, estudou em uma escola da rede estadual muito precária.

Tamires nunca sentiu *amores pela Matemática*, e por isso nunca havia se esforçado no ensino fundamental para se sair melhor. Entretanto, apesar de sempre ter tido dificuldades nessa disciplina, no Instituto sua relação com a matemática melhorou um pouco, pois precisou *aprender a estudar, a gostar um pouco mais*.

Ela entrou no Instituto por que tem um primo que trabalha como técnico da Petrobrás, e que este *era seu sonho*. Por isso optou por fazer o curso de mecânica. Conforme nos relatou, seu interesse mudou de foco, ela agora quer continuar seus estudos na área de Direito.

Tamires nunca havia tido a experiência de ter participado de um projeto no Instituto. Sua opção por ser voluntária no projeto de modelagem foi em virtude de sua amiga Isadora lhe incentivar. Tamires pensou que sua participação no desenvolvimento

do projeto seria de forma individual, e por esse motivo não se interessou inicialmente. Porém, a amiga Isadora insistiu que a participação seria em grupo, fato este que incentivou Tamires a mudar sua opção e, dessa forma, aceitar o convite para participar da pesquisa.

5.4.8. O perfil do pesquisador

Nasci na cidade de Belo Horizonte, no ano de 1965. Entretanto, desde o ano de meu nascimento até o ano de 1970, morei em Congonhas, cidade natal de meu Pai. Este tem o ensino primário incompleto e, desde muito jovem, envolveu-se com o trabalho voltado para a área de transporte de minério das indústrias das cidades de Congonhas e região. Minha mãe tem o ensino fundamental incompleto e sempre se dedicou às tarefas domésticas e ao acompanhamento da educação dos filhos.

Devido à deflagração da crise econômica mundial associada ao petróleo, no início da década 1970, o que afetou substancialmente a economia mundial, bem como as indústrias mineradoras brasileiras na época, minha família decidiu mudar-se para o município de Belo Horizonte onde tentaria uma melhor oportunidade, tanto relacionada com o trabalho quanto para os estudos dos filhos.

Eu cursei o primário na escola municipal Monsenhor Arthur de Oliveira e o restante do ensino fundamental numa escola da rede Estadual Polivalente, denominada Professor Alisson Pereira Guimarães. Ao final do ensino fundamental, prestei concurso no Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais (COLTEC) para fazer o curso técnico integrado ao médio. Com a aprovação no mesmo, iniciei meus estudos, em regime integral, naquela escola, formando no curso técnico de Instrumentação, profissão que nunca exerci.

Minha Graduação foi em Licenciatura em Matemática na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) no período de 1984 a 1987. Durante os dois últimos anos de minha graduação, trabalhei como monitor em dois cursos pré-universitários de Belo Horizonte. Após ser aprovado em concurso público para o cargo de professor municipal da cidade de Belo Horizonte, em 1987, atuei na Escola municipal Dom Orione por um período de 20 anos (1988-2008), onde ministrei aulas de matemática para o ensino fundamental e médio daquela rede. Concomitantemente, trabalhei na rede particular de ensino da cidade de Belo Horizonte, ministrando aulas de matemática nos ensinos fundamental regular e de jovens e adultos (EJA) nas escolas do SESI-MG (Serviço

Social da Indústria de Minas Gerais), no período de 1994-1995, e no ensino fundamental e médio do Colégio Marista Dom Silvério, no período de 1995- 2008.

Por ter uma longa experiência profissional como professor de matemática em realidades socioeconômicas tão distintas, resolvi continuar meus estudos e fazer o mestrado na área da Sociologia da Educação. No mestrado, minha pesquisa procurou analisar e compreender como estudantes oriundos das camadas populares conseguiam “driblar” o destino reservado aos mesmos, e construir uma trajetória de “sucesso” escolar. Meu mestrado foi desenvolvido na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG) e foi concluído no ano de 2006.

Após a conclusão do mestrado, agreguei à minha experiência profissional anterior o desafio de atuar na área de formação de professores de Matemática e Biologia no Instituto Superior de Educação Anísio Teixeira (ISEAT), ligado à Fundação Helena Antipoff. Foi por meio dessa experiência que me aproximei do campo da modelagem matemática.

Após ser aprovado, no ano de 2008, em concurso do então Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto (CEFET-OP), atual Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFMG), iniciei como professor de Matemática desta instituição no ano de 2009, no Campus da cidade de Congonhas onde, desde então, venho atuando nos cursos técnicos integrados ao médio, bem como nos cursos de Licenciatura em Física e de Engenharia de Produção.

Nesta instituição, trabalhando em regime de dedicação exclusiva, também procuro desenvolver projetos acadêmicos, dando ênfase àqueles relacionados com pesquisas no campo da modelagem na Educação Matemática. O interesse em desenvolver profissionalmente na área da Educação Matemática me levou, em 2009, ao Doutorado em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, onde realizei esta pesquisa associada à construção de ambientes de modelagem apoiados na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

Em seguida, apresento em detalhes, os caminhos e procedimentos adotados pelo grupo do projeto de modelagem que se mostraram importantes no desenvolvimento do processo de matematização da situação-problema explorada, destacando e analisando, à luz da teoria apresentada, os episódios relevantes que me auxiliaram a responder a questão proposta por essa pesquisa.

CAPÍTULO 6

O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO E AS PRIMEIRAS ANÁLISES

Neste capítulo, destaco como foi construído o ambiente para o desenvolvimento do projeto de modelagem com os alunos voluntários do terceiro ano do curso técnico integrado ao médio de Mecânica do Instituto Federal de Minas Gerais. Destaco que minha opção em desenvolver um projeto de modelagem com alunos desse Instituto está relacionada com a concepção de Educação Matemática Crítica que venho procurando desenvolver. Esta concepção de Educação carrega um compromisso ético e político de auxiliar as pessoas a desenvolver uma consciência crítica acerca do seu contexto social, histórico e cultural, assim como destacou Freire (1975). Além disso, relembro que o desenvolvimento de uma educação tecnológica articulada com os diversos setores da sociedade está na base de implantação dos Institutos Federais. Como então articular educação com os diversos setores da sociedade sem incluir, nesse movimento, o interesse em desenvolver uma sociedade mais democrática? Como estabelecer um constante diálogo entre educação, tecnologia e sociedade sem a presença de cidadãos críticos? Como falar em cidadania sem pensar na participação das pessoas nos processos decisórios sociopolíticos? Como falar em participação democrática sem o entendimento de que a matemática está cada vez mais presente na base de modelos utilizados em processos decisórios de nossa sociedade tecnológica? Como fazer uma crítica à própria matemática sem ser crítico da Ideologia da Certeza (SKOVSMOSE, 2007)?

Essas são, dentre outras, questões que o movimento da Educação Matemática Crítica entende que merecem ser desafiadas.

Foi dentro dessa concepção que convidei o grupo de alunos voluntários para desenvolver um projeto de modelagem matemática, no qual investigaríamos um tema que tivesse relação com a questão da exploração mineral da região de Congonhas e adjacências.

Conforme mencionado no capítulo anterior, o projeto de modelagem teve, inicialmente, a adesão de sete alunos voluntários. A intenção era desenvolver um trabalho com o grupo de estudantes que nos levasse a compreender a relação existente entre a exploração mineral e sua importância para o desenvolvimento da região do Alto

Paraopeba. Para isso, conversei com o grupo sobre a possibilidade de explorarmos essa temática executando um projeto de modelagem matemática, uma vez que a região da cidade de Congonhas e adjacências têm um histórico de desenvolvimento econômico associado à questão da exploração de minério de ferro. Foi acordado com os alunos que investigaríamos o impacto econômico e social dessa exploração junto às cidades que compõem a região denominada de Alto Paraopeba. Combinamos que investigaríamos essa temática por meio de encontros, que seriam realizados sempre às quartas-feiras, na sala do segundo andar do primeiro prédio construído no campus, no período de 16h às 17:40h, entre os meses de março e princípio de julho de 2011.

Embora a descrição do ambiente construído ao longo dos encontros possa conter certas especificidades e características que o relacionam a uma prática ou ação pedagógica, o desenvolvimento dos encontros foi estruturado dentro de um olhar que teve como objetivo central compreender e analisar como o processo de matematização no projeto de modelagem aconteceu ou teve aproximações com o que venho denominando de matematização crítica. Cabe aqui destacar, apoiando-me em Araujo, Campos e Freitas (2012), que ainda que práticas pedagógicas e pesquisas tenham características e objetivos diferenciados, há uma relação dialética que pode alimentar o desenvolvimento das mesmas, e potencializar o “exercício dialético” de professores e pesquisadores na aventura desse encontro. Não é sem razão que os autores evidenciam como esse movimento dialético vem possibilitando professores-pesquisadores ou pesquisadores-professores a refletirem sua própria prática, a concepção de educação matemática, bem como, acrescento, a necessidade de se construir novas pesquisas. Esse movimento dialético possibilita, tal como evidenciam os autores, encurtar o caminho entre pesquisa e prática, uma vez que eles defendem a hipótese de que “essas duas práticas partem de uma unidade única, se influenciam e se desenvolvem mutuamente” (ARAÚJO; CAMPOS, FREITAS; 2012, p.1).

Na sequência, descrevo como foi desenvolvido todo o projeto pelo grupo nesses encontros e apresento os episódios selecionados. Tais episódios são analisados à luz da literatura específica.

6.1. Os Encontros

6.1.1. Primeiro encontro (02 de março de 2011): o desconhecimento do *royalty* do minério

O primeiro encontro foi marcado pela ausência de cinco dos sete alunos que, inicialmente, aceitaram participar do projeto de modelagem. Apresentaram-se na sala João Vila e Marcos. Entretanto, os demais integrantes justificaram a ausência, alegando que estavam envolvidos com trabalhos da escola, sinalizando que participariam dos próximos encontros.

Começamos então a conversar sobre o tema da exploração do minério e sobre o “peso” que o mesmo tinha na economia das cidades como Congonhas e demais municípios da região. Marcos informou-nos que a Cidade de Jeceaba, vizinha de sua cidade natal, São Brás do Suaçui, estava se preparando para receber um alto investimento³⁴, uma vez que ela iria ser sede de uma grande indústria, o que poderia beneficiar a economia de sua cidade natal e da região. Segundo Marcos, seu tio fora prefeito de São Brás do Suaçui e, no ano da pesquisa, atuava como vereador daquele município. Já João Vila nos informou que seu pai trabalhava numa importante indústria mineradora de Congonhas³⁵ que arrecadava muito com a exploração de minério de ferro.

No desenrolar da nossa conversa, procurei saber se os mesmos já tinham conhecimento sobre o CFEM (Compensação Financeira pela Exploração Mineral), que representa uma espécie de *royalty* mineral destinado às prefeituras das cidades que abrigam em seus territórios atividades relacionadas com a exploração mineral. Tanto Marcos quanto João Vila declararam que desconheciam esse imposto, nem tampouco tinham noção de como o mesmo poderia contribuir para a estruturação dessas cidades.

Foi a partir dessa primeira conversa que surgiu a ideia de investigarmos, junto às prefeituras das cidades da região do Alto Paraopeba, a participação do CFEM na

³⁴ Trata-se da implantação da empresa VSB (Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil), usina integrada que se dedicará à fabricação de produtos tubulares petrolíferos sem costura, de alto valor agregado, que serão empregados principalmente na perfuração e no revestimento de poços e tubos para condução de petróleo e gás. Segundo o setor de comunicação da empresa, o complexo siderúrgico da VSB contará com uma área industrial de 2,5 milhões de m² na cidade de Jeceaba, e será capaz de produzir, anualmente, um milhão de toneladas de aço bruto e 600 mil toneladas de aço sem costura, que atenderá à demanda do setor petrolífero mundial e nacional. (Disponível em www.vsb.org.br/new)

³⁵ Trata-se da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), segunda maior exportadora de minério de ferro do Brasil. A empresa foi fundada em 1941 e foi a primeira produtora de aço do Brasil, constituindo um marco no processo de industrialização brasileiro.

composição orçamentária das cidades de Congonhas, Jeceaba e demais municípios da região do Alto Paraopeba.

Ao final do encontro, pedi aos alunos para informar aos demais integrantes do grupo sobre essa possibilidade da investigação da arrecadação do CFEM, bem como da composição orçamentária das cidades. Marcamos nossa segunda reunião para o dia 16 de março de 2011.

6.1.2. Segundo encontro (16 de março de 2011): a leitura de artigos de jornais e visitas aos sítios governamentais

Compareceram neste encontro os alunos Marcos, Edu, Alair e Tamires. Inicialmente, comentamos sobre o tema do projeto discutido no primeiro encontro. Em seguida, propus aos integrantes do grupo a leitura de um artigo de jornal³⁶ que discutia a arrecadação do CFEM das cidades mineradoras do estado de Minas Gerais. Alair também trouxe para o debate outro artigo de jornal³⁷, o qual discutia a mobilização da Associação dos Municípios Mineradores do Brasil, (AMIB), presidida pelo então prefeito da cidade de Congonhas³⁸, que pressionava o Ministério das Minas e Energia do Brasil, na direção das seguintes questões: cobrança dos royalties atrasados destinados às cidades mineradoras do Brasil junto às principais empresas exploradoras de minério no país; reivindicação de uma nova forma de cálculo para essa compensação financeira que chegava aos cofres das prefeituras.

Por meio da leitura dos artigos, foi possível entender que existe um órgão federal, denominado de Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) que é responsável pela fiscalização da exploração mineral no Brasil, incluindo a distribuição do CFEM para os municípios mineradores. Além disso, a reportagem trazida por Alair demonstrou que havia um movimento nacional, liderado pela AMIB, que cobrava o apoio do Governo Federal para que as principais cidades mineradoras do país recebessem os *royalties* atrasados, bem como do interesse desses municípios em aumentar a forma de cobrança do CFEM. Na reportagem, o então prefeito de Congonhas e presidente da Associação dos Municípios Mineradores do Brasil destaca o baixo percentual dos *royalties* pagos aos municípios, que na época era de 2% do

³⁶ VIEIRA, Marta. Compensação apenas Simbólica. *Estado de Minas*. 25 abr. 2010. Caderno de Economia. (Anexo I)

³⁷ FERREIRA JÚNIOR, Hédio. Minas cobra dívida de R\$ bilhões. *Hoje em Dia*. Belo Horizonte, 15 mar. 2011. Caderno de Política. (Anexo I)

³⁸ Prefeito Anderson Cabido do Partido dos Trabalhadores (PT)

faturamento líquido das empresas mineradoras. No artigo, o prefeito aponta que a soma dos *royalties* recebidos por todas as cidades mineradoras de Minas Gerais era de cerca da metade dos R\$1,8 bilhões dos *royalties* do petróleo recebido pela cidade Macaé, do estado do Rio de Janeiro, no ano de 2010. Além disso, também destacou que, em outros países, como Canadá e Austrália, o percentual da alíquota cobrada junto às empresas que exploram o minério de ferro é bem superior ao do Brasil. Na Austrália, a alíquota é em torno de 7% em relação ao valor exportado do minério de forma bruta e o Canadá impõe uma alíquota entre 10% e 18%.

A leitura dos artigos motivou e conduziu o grupo de modelagem a visitar a página oficial do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)³⁹ para investigar questões relacionadas ao CFEM, bem como o valor que cada cidade do Alto do Paraopeba vinha recebendo ao longo dos anos. A ideia era entender como esse tributo chegava aos cofres municipais e fazer uma comparação do valor do mesmo junto aos principais tributos da composição orçamentária das cidades do Alto Paraopeba. Essa ideia foi abraçada por todos os componentes do grupo, uma vez que os mesmos não sabiam da existência do CFEM antes da entrada no projeto de modelagem, como destaca a fala de Edu no segundo encontro:

Eu sabia que a cidade (de Congonhas) tinha muito dinheiro vindo das mineradoras, mas não tinha ideia de como vinha,... desse tributo CFEM. (Edu)

Ao entrarmos no endereço eletrônico do DNPM, no laboratório de informática do Instituto, verificamos que este órgão federal exerce a fiscalização e cria normas para a cobrança do *royalty* mineral. Foi possível entender que o cálculo desse tributo é feito sobre o faturamento líquido da produção mineral vendida, descontando despesas como transporte e seguro no ato da comercialização. No caso do minério de ferro a alíquota é de 2%. Entretanto, desse valor, o município que abriga a exploração fica com 65% do CFEM, enquanto o estado onde se localiza o município fica com 23%, com os 12 % restantes sendo destinados ao governo federal.

Segundo o DNPM, o CFEM deve ser utilizado pelos municípios para promover o desenvolvimento social e econômico dos mesmos, contemplando a população dessas cidades com melhorias estruturais em áreas como saúde, moradia, educação e outros. Além disso, esse tributo deve, principalmente, servir de indutor para a diversificação

³⁹ www.dnpm.gov.br

industrial desses municípios, no sentido de torná-los menos dependente da indústria mineral, já que a atividade decorrente da mesma pode ser interrompida com o término da vida útil das minas. Além do mais, espera-se que uma possível diversificação da atividade industrial possa permitir que outros produtos, com maior valor agregado, e não somente o minério de ferro em sua forma bruta, ou com o seu beneficiamento primário, possam ser desenvolvidos, tornando, desta forma, as cidades menos dependentes da indústria mineral.

No laboratório de informática, a consulta à página eletrônica do DNPM não permitiu ao grupo entrar em todos os relatórios que informavam a distribuição do CFEM por cidades, como era desejado, uma vez que o sítio era muito “pesado”, o que provocava uma lentidão para obtenção dos dados. Um fato marcante foi que cada integrante do grupo de modelagem se interessou, inicialmente, em obter os dados de sua cidade natal para, posteriormente, comparar os resultados com as demais cidades.

Assim, Tamires investigou os dados da cidade de Conselheiro Lafaiete, Edu procurou os dados de Congonhas, Marcos o de São Brás do Suaçui e Alair, sabendo que sua cidade natal não era contemplada por esse tributo, ficou de investigar a cidade de Ouro Branco. Como a lentidão do sistema estava prejudicando os estudos, marcamos para o terceiro encontro a continuidade dessa etapa do projeto. Além disso, orientei os integrantes do grupo para pesquisar outras receitas que poderiam ser importantes na arrecadação dos municípios. Dessa forma poderíamos investigar como esses tributos chegam aos cofres públicos municipais e, a partir dos mesmos, avaliar como os royalties minerais participam e afetam os cofres municipais das cidades mineradoras e siderúrgicas do Alto Paraopeba.

Cabe salientar que, nestes dois primeiros encontros, a leitura dos artigos nos jornais vinha possibilitando ao grupo identificar importantes e seguros sítios eletrônicos governamentais, como o do DNPM. Isso permitia aos participantes investigar e utilizar os dados lá disponibilizados no processo que culminaria com a matematização da situação-problema explorada pelo projeto, que era relação da exploração mineral e o desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba .

Isto reforça os apontamentos de Borba e Villarreal (2005) de que a internet vem sendo cada vez mais utilizada em projetos de modelagem na Educação Matemática, possibilitando que assuntos de grande repercussão e relevância social sejam investigados e discutidos. Além disso, Borba, Malheiros e Zulatto (2007), destacam que a possibilidade de se trabalhar com dados atualizados pode, igualmente, “colaborar com

atividades de experimentação” requisitadas nos projetos de modelagem (BORBA; MALHEIROS; ZULATTO, 2007, p.103). Ou seja, internet, *softwares* gráficos e demais Tecnologias de Informação e Comunicação, em conjunto com os participantes do projeto de modelagem, podem se tornar atores e, portanto, ter um papel ativo na produção do conhecimento ali realizado, coletivo este denominado por Borba e Villareal de seres-humanos-com-mídias.

Neste trabalho, a leitura dos artigos de jornais conjugada com a utilização da *Internet*, favorecia ao grupo debruçar-se no estudo de um tema de grande relevância e repercussão social, como era a questão da mineração e da revisão dos royalties do minério. Segundo Borba e Villarreal (2005), dados relacionados a temas de alta repercussão social muitas vezes não são encontrados nas bibliotecas ou em livros didáticos, ou são encontrados, acrescento, de forma desatualizada nos mesmos. Os autores denominam toda essa biblioteca virtual, visitada, analisada e utilizada pelos alunos em projetos de modelagem, de *Webgrafia*.

Na sequência, destacarei os desdobramentos da parceria entre as tecnologias e os componentes do projeto de modelagem, bem como da importância da mesma no processo de matematização desenvolvido ao longo dos encontros.

6.1.3. Terceiro encontro (23 de março de 2011): o CFEM e a composição orçamentária das principais receitas dos municípios

Comparecerem neste encontro os integrantes Alair, Isadora, Tamires, João Vila e Gerson. Uma configuração dos encontros começa a se estabelecer. Inicialmente, o grupo se reunia na sala 201 do prédio do IFMG, na qual fazíamos uma espécie de análise do que tínhamos construído e investigado, bem como das ações que poderíamos tomar visando avançar no desenvolvimento do projeto de modelagem.

No terceiro encontro, o interesse foi investigar as principais receitas e tributos orçamentários dos municípios, e não ficar restrito apenas aos dados do CFEM que chegavam aos cofres públicos das cidades investigadas. Para isso os integrantes do grupo visitavam, no laboratório de informática, páginas oficiais e governamentais onde fora possível extrair os dados, bem como obter um entendimento mais refinado da temática explorada. Diante disso, além dos dados do CFEM serem pesquisados no sítio do Departamento Nacional de Exploração Mineral (DNPM), os dados que nos auxiliaram a investigar todos os tributos que compunham a receita orçamentária das

idades foram pesquisados no sítio do tesouro nacional, através do documento denominado Finanças do Brasil (FINBRA)⁴⁰. Este documento apresenta e disponibiliza a composição orçamentária anual de todas as cidades do Brasil, incluindo as transferências governamentais e demais tributos recolhidos pelas prefeituras, como os impostos de origem municipal, estadual ou federal.

Esta etapa do projeto exigiu um estudo detalhado acerca do entendimento dos impostos que chegam aos cofres municipais, da natureza e origem dos mesmos, ou seja, como e de que forma é composta a agenda orçamentária dos municípios. Foi através da consulta dos dados disponibilizados pelo FINBRA, dos anos de 2002 a 2010, que o grupo conseguiu verificar que os principais impostos, sejam eles de origem municipal, estadual ou federal que compunham a receita orçamentária dos municípios brasileiros, e não somente daqueles situados na região do Alto Paraopeba, eram o Imposto Sobre Circulação de Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), o Fundo de Participação Municipal (FPM), o Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS). Além disso, orientei o grupo a investigar como o próprio CFEM entrava nessa composição. Abaixo está uma explicação sucinta desses principais impostos:

- O Imposto Sobre Circulação de Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) representa um imposto recolhido pelo próprio município, com alíquota variando de 2 a 5%, que incide sobre a prestação de um determinado serviço que alimenta o comércio da cidade.
- O Fundo de Participação Municipal (FPM) é uma transferência governamental que distribui 22,5% da arrecadação do imposto de renda e dos impostos sobre os produtos industrializados (IPI) da União às cidades.
- O CFEM, que não é considerado um tributo, mas uma compensação financeira de 2% do valor líquido que as empresas arrecadam com a venda do minério de ferro, e que 65% do mesmo são destinados às cidades onde se dá a exploração. Segundo o DNPM (2010), o interesse é que o CFEM seja utilizado para estruturar as cidades, bem como auxiliá-las para diversificarem a economia local, tornando-as menos dependente da exploração mineral.
- O Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) é um repasse estadual devido à circulação de mercadorias ou à prestação de serviços ligados aos transportes interestaduais ou serviço de telecomunicação.

⁴⁰ www.tesouro.fazenda.gov.br/estados_municipios/index.asp

Com a disponibilidade dos dados, os integrantes do grupo construíram uma tabela com os dados obtidos do ano de 2009 dos municípios de Belo Vale, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Entre Rios de Minas, Jeceaba, Ouro Branco e São Brás do Suaçuí, calculando o percentual das principais receitas, conjuntamente com o CFEM, em relação à receita orçamentária total de cada cidade. A tabela foi construída em conjunto pelo grupo utilizando o *software Excel*. Para esta parte, Alair ficou responsável pela manipulação do *software* enquanto os demais integrantes faziam buscas e selecionavam os dados para auxiliá-lo na construção da tabela, cujo resultado é apresentado na sequência.

TABELA 3

Percentual dos principais tributos recebidos pelas cidades do Alto Paraopeba

2009	População	Receita orçamentária	ISSQN	%	FPM	%	CFEM	%	ICMS	%
Belo Vale	7470	13 553 848,87	254 639,99	1,88	4405347,37	32,50	941091,61	6,94	3851780,62	28,42
Congonhas	48723	147173505,3	18214886,83	12,38	14684491,18	9,98	18425595,9	12,5	58030355,4	39,43
Conselheiro	114579	92538 791,46	4137837,83	4,47	23495325,45	25,39	264071,99	0,29	12094931,8	13,07
Entre Rios de Minas	14548	12676272,94	154380,16	1,22	7342247,06	57,92	3829,31	0,03	1680136,24	13,25
Jeceaba	6036	16059556,94	9959228,72	62,01	4405347,37	27,43	0	0	854186,02	5,32
Ouro Branco	35475	65662157,59	7799845,69	11,88	11747592,93	17,89	0	0	31977491,9	48,70
São Brás do Suaçuí	3657	7481120,96	525508,69	7,02	4405347,37	58,89	0	0	1138489,92	15,22

Fontes: DNPM (2011), FINBRA (2010).

Nesta parte do projeto, ficou claro que cabia à cidade de Congonhas um percentual maior do CFEM quando comparada à porcentagem correspondente aos outros municípios do Alto Paraopeba, como o grupo já esperava. Entretanto, o percentual de 12,52% foi avaliado pelo grupo como baixo, uma vez que era uma receita que não se destacava junto às demais, tendo, inclusive, um valor próximo à da receita recebida através do ISSQN, que contava com 12,38%, e bem inferior ao ICMS, que contava com 39,43% da receita orçamentária total do município.

Essa constatação levou o grupo a entender que a mobilização da Associação dos Municípios Mineradores do Brasil, (AMIB), a qual o prefeito da cidade de Congonhas presidia na época, era pertinente. Na verdade, os prefeitos das principais cidades mineradoras do Brasil desenvolviam um movimento político na direção de pressionar o governo federal para revisar e, principalmente, aumentar os royalties pagos pelas mineradoras para explorar o subsolo dessas cidades que, na época era de 2% do valor líquido arrecadado das mineradoras, para 4% do valor bruto arrecadado. A ideia era fazer com que o novo marco regulatório da indústria da mineração, prometido pelo governo federal para meados de 2011, revisasse as alíquotas do CFEM, e programasse o acréscimo pretendido pela AMIB.

Diante desse cenário, o grupo mobilizou-se e procurou investigar como era a evolução percentual do CFEM, recebido por Congonhas, principal município minerador das cidades do Alto Paraopeba, frente a sua receita total orçamentária. Os dados disponibilizados pelo Finbra possibilitaram ao grupo construir a tabela dessa evolução:

TABELA 4

Evolução das principais receitas da cidade de Congonhas⁴¹

Ano	ISSQN	ISSQN(%)	CEFEM	CEFEM(%)	FPM	FPM(%)	Receita Orçamentária
2002	1.179.608,24	2,5	***	***	6.274.204,27	13,6	46.155.699,47
2003	3.071.088,81	6,7	***	***	6.235.872,09	13,7	45.533.128,31
2004	4.034.860,55	8	4.953.562,06	9,7	6.739.173,98	13,2	50.930.523,47
2005	7.817.959,51	11,3	5.653.729,35	8,2	9.401.739,59	13,6	68.841.535,27
2006	11.046.029,00	12,7	5.781.266,48	6,6	10.439.771,00	12,1	86.458.644,00
2007	21.111.792,41	18,5	8.251.498,15	7,2	12.272.639,21	10,7	114.185.090,00
2008	23.443.370,39	15,8	13.281.880,73	8,9	15.328.807,18	10,3	148.012.900,60
2009	18.214.886,83	12,3	18.425.595,90	12,5	14.684.491,18	9,9	147.173.505,33
2010			22.500.00,00				

Fonte: FINBRA (2010).

Ao final da construção dessa tabela, combinamos que nos próximos encontros poderíamos continuar com o projeto na direção de buscar um melhor entendimento da

⁴¹ Dados sinalizados com (***) não foram disponibilizados pelo FINBRA.

temática desenvolvida, ao mesmo tempo em que tentaríamos construir um modelo matemático para analisar a evolução do CFEM recebido pela cidade de Congonhas. Para isso, combinamos de continuar a procurar notícias em jornais e nos sítios eletrônicos que contemplavam matérias relacionadas com a discussão da regulamentação do novo marco regulatório dos *Royalties* do minério, uma vez que o projeto do mesmo estava para deixar o Ministério das Minas e Energia e chegar à Casa Civil para apreciação, conforme o grupo pôde verificar no sítio da Associação dos Municípios Mineradores de Minas Gerais (AMIG) ⁴². Diante disso marcamos nosso quarto encontro para o dia 30 de março de 2011.

A partir do terceiro encontro ⁴³ será construída uma análise das ações e interações discursivas dos integrantes do projeto que se mostraram importantes para o propósito central desta pesquisa que é compreender como se desenvolve o processo de matematização em um projeto de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Os diálogos selecionados foram aqueles que se mostraram importantes e que, considerando os encontros de uma forma isolada, ou a composição total dos mesmos, permitiram e favoreceram a construção das categorias de análises explicitadas e refinadas de uma forma mais destacada no sétimo capítulo desta tese. Cabe sublinhar que, de uma forma mais específica, a seleção dos diálogos selecionados teve como propósito subsidiar as análises das principais ações e interações discursivas que permitiram uma compreensão dos momentos em que o processo de matematização desenvolvido pelo grupo de modelagem se aproximava ou se afastava do que venho denominando de matematização crítica em projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Segundo Pais *et AL* (2010), uma abordagem metodológica crítica em pesquisas no campo da educação é aquela que não privilegia apenas a forma como o pesquisador interage com os participantes, mas aquela

⁴² A AMIG tem como objetivo principal representar as cidades que desenvolvem atividades minerais junto aos poderes públicos, responsabilizando-se de controlar a fiscalização do repasse da arrecadação da compensação financeira aos municípios associados. O endereço eletrônico da entidade é: www.amig.org.br

⁴³ O registro do material empírico produzido pelo grupo até o segundo encontro se deu exclusivamente por meio das anotações advindas do caderno de campo. A partir do terceiro encontro foi possível enriquecer a análise, uma vez que a gravação em vídeo e áudio das ações e interações discursivas dos participantes do projeto contou com o auxílio de profissionais da educação do IFMG.

Meus agradecimentos à pedagoga Marilaine, que colaborou para a realização desta pesquisa ao aceitar o convite e filmar os terceiros e quartos encontros, à professora de matemática Sulamita, por igualmente ser convidada e aceitar o convite e filmar (às vezes até interagiu como os componentes do grupo) do sétimo até o décimo segundo encontro. Agradeço também aos profissionais da área de comunicação do Campus, especialmente ao Paulo, por colaborar na estruturação e na filmagem do décimo terceiro encontro, que foi o debate com prefeitos e lideranças políticas das cidades do Alto Paraopeba.

que explicita a maneira como o pesquisador aborda e significa a realidade empírica construída. Segundo os autores “a realidade é considerada contraditória, cheia de curvas e giros, e uma metodologia crítica é a que tenta encontrar uma linguagem para expressar as contradições” (PAIS *et al*, 2010, p. 409).

6.1.3.1. Diálogos e análises do terceiro encontro

A organização do grupo nos encontros vinha se estruturando da seguinte forma: procurávamos, num primeiro momento, ler e discutir acerca da temática da mineração veiculada em jornais, especialmente referentes às cidades do Alto Paraopeba e, num segundo momento, pesquisar, em sítios governamentais, dados referentes aos orçamentos dessas cidades. O interesse era buscar um entendimento mais profundo da temática explorada, isto é, da relação entre a exploração da atividade mineradora e o desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba e, conseqüentemente, procurar uma forma de construir um modelo matemático para ajudar nesse entendimento.

Foi dentro dessa organização que surgiram duas questões importantes a serem analisadas nesse início do projeto: a primeira surgiu por uma situação levantada por Gerson, que destacou a complexidade da atividade mineradora, principalmente da forma agressiva pela qual era feita na divisa entre as cidades de Belo Vale e Congonhas, afetando e diminuído tanto a área da primeira em favor da segunda, quanto a conseqüente distribuição dos royalties recebidos entre as duas cidades. Gerson destacou que parte do CFEM, que originariamente deveria ser recebido por Belo Vale, estava sendo *desviado para Congonhas*, uma vez que a exploração mineral entre as duas cidades era feita através do curso do rio, que sofria alterações no seu traçado original. Como conseqüência, além da própria degradação ambiental associada à atividade, à mudança do curso original do rio e à diminuição da área explorada e reconhecida como pertencente a Belo Vale, esta situação também provocara um desacordo entre a forma com que a distribuição dos *royalties* do minério ali era feita. Segundo Gerson, toda essa situação levou o prefeito de sua cidade a embargar a exploração na divisa entre as duas cidades.

A segunda questão foi levantada por Alair, na qual procurava compreender se o projeto *também tinha o intuito de ensinar matemática* para além do aprofundamento de

questões de cunho econômico, social e políticas, tal como vinham sendo valorizadas na condução do projeto até então.

Na sequência, destaco como se deu a primeira dessas questões, surgida durante a reunião do grupo no início do terceiro encontro. Devo sublinhar que, antes desse momento, estávamos focados no entendimento da forma como o CFEM era cobrado e como ele, em conjunto com os demais impostos arrecadados pelos municípios, compunham o orçamento dos mesmos. O diálogo do grupo, a seguir, mostra como Gerson levantou a primeira questão.

Pesquisador: *Vocês viram que Lafaiete depende menos do CFEM que Congonhas?*

Gerson: *A Taxa que as empresas devem para as cidades é vinda do CFEM, de todas as empresas que atuam na mineração?*

Pesquisador: *Sim, dos 2% do valor líquido arrecadado 65% vão para o município, 23% para o estado e 12 % para a federação.*

Gerson: *De todas as empresas?*

Pesquisador: *Não, só das empresas mineradoras. Só que na sua cidade não deve ser fácil fiscalizar, pois lá tem mineradoras menores.*

Tamires: *No petróleo também é dessa forma também, a porcentagem é dividida dessa forma também?*

Pesquisador: *Podemos ver, porém eu sei que outras cidades também recebem os royalties do petróleo.*

Gerson: *Eu estava conversando com o filho do prefeito de Belo Vale, ele estuda aqui. Ele me falou que a divisa dos municípios daqui da região é feita pelo rio. A mineradora está atuando no rio e está tirando barranco. Ela está diminuindo a área do nosso município. Com isso Congonhas está recebendo parte do que era para Belo Vale receber. Então o pai dele foi a uma reunião para tentar resolver isso. Foi embargado, eles não podem mais pegar minério naquela região enquanto não resolver isso.*

Pesquisador: *Isso é importante também, além da participação do CFEM a gente pode ver este problema que causa nas regiões limites, não é?*

Gerson: *Dizem que por isso a Vale está devendo mais de 20 milhões a Belo Vale.*

Alair: *É, a reportagem que eu te falei fala sobre isso, as indústrias devendo os municípios.*

Pesquisador: *Então como é que a gente pode organizar isso?*

Apesar de Gerson não ter participado das reuniões anteriores, ele trouxe um elemento fundamental para a ampliação do entendimento das questões que permeiam o tema do projeto, uma vez que a exploração mineral está associada tanto com sua agressividade ambiental, quanto na forma com que a distribuição dos royalties vem sendo tratada de maneira prejudicial à sua cidade.

Conforme aponta a obra de Bakhtin (2000, p.308), um ambiente que pretende desenvolver uma relação dialógica deve contemplar questões apontadas por aquilo que o enunciado do outro representa, “é a expressividade do locutor ante o objeto de seu enunciado”. Gerson levantou uma problemática vivenciada em sua cidade, colocando-a em evidência na discussão do grupo após conversa que teve com um colega e aluno do Instituto Federal, filho do então prefeito de sua cidade⁴⁴. Sublinho que Gerson apontou um elemento relevante que o projeto até então não tinha explorado de uma forma mais contundente. Sua cidade natal, Belo Vale, estava enfrentando uma situação dentro da qual a exploração mineral modificava e diminuía os limites geográficos da mesma, o que, conseqüentemente, fazia com que uma parte do CFEM que deveria ser recolhida pela cidade de Belo Vale fosse direcionada para a cidade circunvizinha de Congonhas. Toda essa complexidade levou o prefeito de sua cidade a mover uma ação e embargar a atividade mineradora nos limites entre as duas cidades.

Entretanto, mesmo depois desse apontamento de Gerson, as discussões do grupo caminhavam mais na direção de pesquisar a evolução do CFEM e de outras receitas, negligenciando, pelo menos até então, uma importante questão que vem atrelada com a atividade de exploração do minério de ferro. Será que, dentro do projeto a ser desenvolvido pelo grupo, a busca de um modelo matemático para retratar a problemática da exploração mineral poderia dar conta de discutir e ampliar o entendimento de toda essa complexidade?

D’Ambrósio (1986) destaca que a construção de um modelo matemático para retratar uma dada situação-problema só é possível quando acompanhado de simplificações, simplificações essas que permitem que a linguagem formalizada da matemática dê conta de explorar parte da situação recortada. Cristensen, Skovsmose e Yasukawa (2008) aprofundam essa discussão ao trazer interessantes reflexões a respeito do que se pode entender quando se fala em descrições e modelos matemáticos. Para os

⁴⁴ Isto fez com que o pesquisador procurasse o aluno para tentar convidar seu pai, então Prefeito da cidade de Belo Vale, para que o mesmo pudesse participar de um debate no Instituto sobre o tema do projeto: “A exploração mineral e o desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba”.

autores, as descrições matemáticas limitam e impõem uma perspectiva particular sobre o que o modelo propõe. Eles afirmam que os fenômenos observados podem ter dois tipos distintos de qualidades: qualidades primárias e qualidades secundárias. Como qualidades primárias podemos entender aquelas propriedades que podem ser mensuráveis, ou que permitem ser observadas sob a ótica da matemática. São qualidades altamente valorizadas pela ciência moderna, por sua forma matemática e objetiva de interpretar o mundo. As qualidades secundárias, por sua vez, são qualidades observáveis que dependem da experiência subjetiva, e que, por essa razão, não possuem pontos de referências acordados, o que dificilmente se enquadra no “reino das verdades” descritas pela linguagem matemática, tão valorizada pela ciência moderna (CHRISTENSEN; SKOVSMOSE; YASUKAWA, 2008, p.79).

É interessante apontar como os autores criticam a forma pela qual a ciência moderna formaliza e utiliza a linguagem matemática. Os autores trazem importantes reflexões, e ao mesmo tempo nos convidam para termos consciência de que a maneira com que a ciência retrata o mundo se dá através de “cortes”, cortes estes que deixam importantes “pontos cegos” fora das lentes e do roteiro de um filme que se pretende construir (CHRISTENSEN; SKOVSMOSE; YASUKAWA, 2008, p.89).

Analisando o desenvolvimento do projeto de modelagem até o terceiro encontro, estávamos interessados em retratar a evolução do CFEM e, por meio da mesma, vislumbrava a possibilidade de também incluir nessas análises “os pontos cegos” que necessariamente ficariam de fora desse modelo. Destaco que a inclusão desses pontos nas discussões vindouras seria importante para o propósito de entendermos toda a complexidade relacionada com a exploração mineral na região do Alto Paraopeba. Esperava que outros importantes aspectos pudessem também se constituir em objetos de discussão e análise, e que, mesmo não fazendo parte das variáveis primárias contempladas pelo modelo matemático a ser construído, pudessem, de alguma forma, assumir um lugar de destaque no “roteiro” do filme a ser elaborado pelo grupo. Cabe lembrar que o desenvolvimento de um projeto de modelagem dentro da perspectiva da Educação Matemática Crítica não tem como objetivo valorizar apenas as variáveis com qualidades primárias e, a partir das mesmas, finalizar o projeto com a apresentação de um modelo matemático. No caso específico do trabalho do grupo, muito além da evolução do CFEM, ou da análise da composição do mesmo na arrecadação das cidades, seria interessante, repito, que tivesse lugar em nossas discussões a análise das

complexidades relacionadas com o tema do projeto, dentro das quais, aquelas associadas com a problemática ambiental advinda da exploração do minério.

Cabe sublinhar que a forma com que essa problemática, possivelmente, fosse “abraçada” pelo grupo no processo de matematização ao longo dos encontros poderia trazer importantes elementos para a compreensão do que venho denominando de matematização crítica em projetos de modelagem.

Além disso, também vislumbrava que o grupo pudesse incorporar nessas reflexões questões relacionadas com a preservação e valorização do patrimônio da arte barroca da cidade de Congonhas, uma vez que o município conta com um importante acervo cultural barroco mundialmente reconhecido⁴⁵. Tais reflexões poderiam abrir espaços para discussões que tratassem da própria “opção” política que vem sendo valorizada pela cidade de dar maior apoio às atividades industriais ligadas à mineração, em detrimento da promoção e do fortalecimento da indústria cultural associada ao turismo da arte barroca, o que pode levar a cidade de Congonhas a correr o sério risco de perder o selo de patrimônio cultural mundialmente reconhecido.

Entretanto, até o terceiro encontro, a movimentação do grupo apoiara-se numa forma de poder analisar, a partir do material empírico pesquisado, como a composição do CFEM entrava nos orçamentos dos municípios de Congonhas e adjacências. Diante dessas considerações, destaco a seguir um diálogo, no qual o grupo procurava analisar como os principais tributos, em conjunto com o CFEM, evoluíram no período de 2008 a 2009.

Tamires: *Mesmo com a crise a CFEM aumentou, muitos economistas falam que a crise ainda não chegou.*

João Vila: *O fundo de participação de Lafaiete diminuiu.*

Alair: *Deu 26,11% o FPM de Lafaiete.*

Pesquisador: *2009 teve a crise, o FPM depende do Imposto de Renda. Mas mesmo assim o CFEM aumentou*

João Vila: *A crise afetou o FPM, e o ISSQN muito.*

João Vila: *O CFEM aumentou.*

Alair: *O CFEM depende do minério.*

Pesquisador: *Então a gente poderia ver a evolução das receitas num período maior.*

⁴⁵ Patrimônio mundial declarado pela UNESCO em 1985.

Alair: *No site tem os dados desde 2002.*

Pesquisador: *A gente pode ver a evolução...*

João Vila: *E depois fazer aqueles gráficos...*

Nessa interação do grupo, a discussão girava em torno dos impostos nos anos de 2008 e 2009, período em que uma crise econômica mundial também afetou a economia do Brasil, causando, inclusive, um visível decréscimo dos impostos arrecadados pelas prefeituras de Congonhas e Lafaiete. Entretanto, diferentemente, esse retrocesso na economia brasileira não afetou a exportação de minério e, conseqüentemente, a arrecadação do CFEM pelos municípios, conforme Tamires destacou (*Mesmo com a crise a CFEM aumentou*).

A ideia de retratar matematicamente a evolução do CFEM dentro de um período maior foi rapidamente abraçada por João Vila (*E depois fazer aqueles gráficos...*). O enunciado de João Vila trazia ecos de sua experiência com a modelagem desenvolvida no projeto PIBIT Jr. no ano de 2010.

Entretanto, o propósito do projeto de modelagem do grupo se diferenciava sobremaneira daquele desenvolvido por João Vila em sua iniciação científica⁴⁶. A proposta do projeto abarcava uma intenção de usar a matemática como um instrumental que pudesse desenvolver um processo de conscientização dos componentes do grupo em relação ao entendimento das questões econômicas, sociais, políticas e culturais associadas com a exploração mineral vivenciada pelas cidades do Alto Paraopeba. Diferentemente, a proposta adotada no projeto de iniciação científica vivenciado por João Vila no PIBIT Jr. tinha a intenção de utilizar a modelagem como uma estratégia de ensino-aprendizagem. Dentro desta, os “novos” conteúdos matemáticos mobilizados seriam aplicados de forma a contribuir para a construção e “a busca de um modelo que melhor” descrevesse “o problema estudado” Bassanezi (2004, p. 27).

Diante da possibilidade de o grupo entender as diferenças existentes entre as propostas associadas à concepção que vinha sendo adotada no projeto e aquela adotada na iniciação científica vivenciada por João Vila, iniciei uma discussão com os componentes do grupo com o intuito de elucidar o “fundo aperceptivo” dos mesmos sobre essa questão (BAKHTIN, 2000, p. 321). Minha intenção era compreender como o grupo interpretava o deslocamento e o papel conferido à matemática nos dois projetos,

⁴⁶João Vila pesquisou a evolução dos recordes olímpicos, masculino e feminino, nas diversas modalidades do atletismo, como salto em distância, arremesso de dados e corridas de cem e duzentos metros rasos ao longo dos anos.

e, ao mesmo tempo, suscitar uma reação-resposta dos componentes. Segundo Bakhtin (2000), essa intenção vem entrelaçada com o objetivo de entender como a fala será percebida pelo destinatário.

Enquanto falo, sempre levo em conta o fundo aperceptivo sobre o qual minha fala será recebida pelo destinatário: o grau de informação que ele tem da situação, seus conhecimentos especializados na área de determinada comunicação cultural, suas opiniões e suas convicções, seus preconceitos (de meu ponto de vista) suas simpatias e antipatias, etc.(...) “(BAKHTIN, 2000, p. 321).

Dessa forma, naquele momento, buscava entender como meu discurso era recebido pelos componentes. O episódio selecionado abaixo revelou que, embora o grupo tivesse optado por aceitar participar do projeto, a intenção primeira era “estudar matemática”, e, talvez, aplicar o conteúdo estudado na busca da construção de um modelo matemático, tal como na experiência vivida por João Vila em sua iniciação científica. A intenção de utilizar a matemática como um instrumental para auxiliá-los na direção de uma compreensão ampliada da temática investigada, facilitando dessa forma um pretoso processo de conscientização, tal como destacado por Freire (2003), ainda não era percebida, e por isso não assimilada, pelos componentes do grupo de uma forma mais contundente.

Pesquisador: *Vocês estão vendo que neste projeto a gente vai aprender muito mais que matemática, estudar as situações das cidades do Alto Paraopeba?*

Alair: *Mas seu projeto tem o intuito de ensinar matemática também, através dessa pesquisa?*

Pesquisador: *Sim, mas não é o mais importante, mas podemos tentar construir um modelo matemático também.*

João Vila: *É um mini-cálculo.*

Tamires: *Minha dificuldade é a matemática, não sei se a hora quando ela vier eu vou gostar igual eu estou gostando tanto.*

Alair: *Eu entrei no projeto para aprender um pouco de matemática, porque eu pretendo ser engenheiro. A gente também pode acompanhar melhor as receitas, o orçamento dos municípios, a arrecadação dos municípios.*

Pesquisador: *Tem alguma novidade até agora para vocês?*

Alair: Para te falar a verdade eu não sabia nada, eu estou aprendendo bastante até agora, quanto cada imposto representa na arrecadação dos municípios, quais são esses impostos, de onde eles são provenientes...

A dúvida apontada pela fala de Alair, ao procurar saber se o projeto de modelagem, tal como vinha sendo conduzido, também contemplaria o estudo de matemática, revela a sua intenção em estudar novos conteúdos desta disciplina e ter a experiência de aplicá-los, uma vez que pretendia ser “engenheiro”. Pareceu-me que, num primeiro instante, o convite aceito por Alair para participar de um projeto de modelagem matemática carregava esse propósito, principalmente em razão da oportunidade e a experiência de se estudar um “mini-cálculo”, como apontado por João Vila. A análise desse contexto leva-me a refletir e indagar se a intenção de Alair era que o projeto de modelagem se transformasse em um ambiente investigativo, tal como discutido por Skovsmose (2000), de forma a favorecer o aprendizado de matemática, ou do projeto se aproximar de uma atividade semelhante a dos modeladores profissionais (BARBOSA, 2003), que valorizam sobremaneira as aplicações matemáticas, como no campo da engenharia, tal como seu colega e amigo particular João Vila teve a oportunidade de vivenciar no projeto de iniciação científica. Apesar de os integrantes do grupo não demonstrarem um grau de resistência acerca dos propósitos e da forma na qual o projeto vinha, ou tinha a intenção de ser conduzido, um entendimento mais claro sobre como o grupo poderia abraçar a concepção crítica vislumbrada no projeto e, conseqüentemente, adentrar num processo de matematização, uma matematização crítica, entendida como aquela condizente com as preocupações da Educação Matemática Crítica, se fazia necessário. Será que essas preocupações têm lugar em um estudo de matemática? Será que a oportunidade de trabalhar com a matemática dentro de uma proposta que vislumbra o desenvolvimento de uma visão crítica acerca do contexto sociocultural da região do Alto Paraopeba se sustenta, e tem lugar em uma escola técnica federal de ensino médio?

Toda a expressividade⁴⁷ das falas de Alair e Tamires reforça, de certa forma, que esse componente crítico em suas vivências, na Educação Matemática, não foi contemplado. Para Bakhtin (2000, p.317), a expressividade “não pode deixar de ser

⁴⁷ O termo “expressividade” está sendo usado com seu sentido Bakhtiniano, ou seja, se referindo às questões levantadas pelos parceiros numa interação discursiva.

também, em certo grau, uma resposta ao que já foi dito sobre o mesmo objeto, ainda que esse caráter de resposta não receba uma expressão externa bem perceptível”.

Ao sinalizar para Alair e demais componentes do grupo, que a matemática no projeto seria importante, mas não “*o mais importante*”, procurava entender o “objeto de sentido” (BAKHTIN, 2000, p.315) que o grupo atribuía à proposta e ao convite de desenvolver um projeto de modelagem dentro de uma perspectiva diferente daquela adotada no projeto de iniciação científica vivenciado por João Vila⁴⁸. Foi a partir desse momento que pude perceber que o grupo começava a assimilar de uma forma mais esclarecedora a proposta do projeto. A partir da experiência vivenciada nesta pesquisa posso inferir que o esforço para valorizar e adotar uma concepção crítica na orientação de projetos de modelagem na Educação Matemática carece de ter dois convites: um primeiro, que carrega um propósito de convidar alunos para adentrar num ambiente de ensino-aprendizagem de matemática dentro de um paradigma investigativo, denominado de “cenários para a investigação”, conforme a teoria explicitada por Skovsmose (2000); e um segundo⁴⁹, re-convidando-os para que, dentro desse ambiente, a matemática seja um importante instrumento para aproximá-los de questões relacionadas com o universo sociocultural e político dos alunos, tal como apontado por D’Ambrósio (1999, 2008).

Posso inferir que, se num primeiro momento, o convite feito ao grupo de alunos do terceiro ano para desenvolver um projeto de modelagem matemática e a forma de aceitá-lo estava condicionado ao interesse de estudar matemática dentro de ambiente que se apoia no paradigma denominado de *cenários para investigação* (SKOVSMOSE, 2000), num segundo momento, o convite se estabeleceu como algo estranho em suas vivências escolares, ou seja, um projeto de matemática dentro do qual a própria matemática assumiria um papel coadjuvante no cenário a ser desenvolvido.

Mas por que a forma de aceitar o segundo convite é algo que depende do entendimento sobre a mudança de foco acerca do papel que a matemática pode assumir especificamente em projetos de matemática?

⁴⁸ Todos os projetos de iniciação científica desenvolvidos no Instituto são mostrados durante a semana da tecnologia. Dessa forma é uma prática da escola divulgar os resultados, bem como incentivar a participação e produção acadêmica de alunos e professores nessa modalidade de pesquisa.

⁴⁹ Embora não seja responsável pelas ideias relacionadas com a análise do terceiro encontro, agradeço ao Edmilson Minoru Torisu, aluno de doutorado e membro do grupo de orientação da professora Doutora Jussara Loiola Araújo, pela forma com que refletiu acerca do “segundo convite” na reunião do grupo de pesquisa que discuti a análise construída em meu trabalho. Essa forma de levar as ideias desenvolvidas para as discussões e reflexões prévias colabora para que o que Alves-Mazzoti (1998) denomina de confiabilidade das pesquisas.

Destaco que projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica se alinham com a forma de conceber a importância do papel da matemática, principalmente da possibilidade da mesma contribuir para que homens e mulheres se engajem criticamente em sua sociedade. Refletir, engajar, e buscar formas de participação efetiva em processos decisórios em nossa sociedade se coadunam com os propósitos, tal como entendo e defendo, da concepção de educação problematizadora e emancipatória concebida por Freire (1975, 2003).

Segundo Freire (1975, p. 106), a educação da qual precisamos é aquela que, não abrindo mão de seu caráter instrumental, seja capaz de mobilizar e favorecer os educandos a se identificarem com as condições de sua realidade, levando-os a “integrar ao seu tempo e espaço”, e ao mesmo tempo, proporcionando-os a refletir acerca de sua “vocação ontológica de ser sujeito”.

Essa intenção pedagógica, apesar de estar presente no discurso oficial do currículo escolar no Brasil, e em especial na proposta do currículo de Matemática elaborada pela Secretaria da Educação Média e Tecnológica, como se pode notar nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Educação (PCN, 1999), pode estar muito afastada ou ausente do discurso real sobre o qual a escola se apoia. Conforme destacam Pais *et al.* (2010), a elucidação dessa divergência pode contribuir para entendermos o estranhamento dos alunos acerca do papel assumido pela matemática em projetos orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Segundo Pais *et al.* (2010, p. 412), na visão dos alunos a “Educação Matemática Crítica não faz parte do discurso real do currículo de matemática”, o que contribui sobremaneira para entendermos que qualquer deslocamento do papel atribuído à disciplina Matemática nos sistemas escolares, e não somente em projetos, seja objeto de estranhamento, e até de resistência, por partes dos alunos. Segundo os autores, a ausência desse componente crítico, especificamente na Educação Matemática, pode ser um importante motivo para a criação da ideia, entre os alunos, de que em tais projetos não se desenvolvem realmente uma Matemática tal como na tradição escolar vivenciada pelos educandos. Não é sem razão que Alair colocou em dúvida se o projeto ia *ensinar matemática* e Tamires apontou *que na hora que a matemática pegar para valer, não sei se vou gostar tanto*.

As análises dos enunciados trouxeram elementos que me levam a apontar que o estranhamento ao segundo convite pode estar muito associado ao descompasso entre o discurso oficial e o real do currículo de Matemática presentes e re-atualizados nos sistemas escolares. Na literatura podemos encontrar trabalhos científicos que apontam,

de uma forma indireta, que o segundo convite foi aceito parcialmente por uma turma de Ensino Médio, uma vez que o mesmo contou com uma pré-seleção dos “melhores alunos”⁵⁰ para participarem de um projeto de modelagem a ser orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica (PAIS *et al.*, 2010, p.412). Diferentemente, pode-se encontrar pesquisas que mostram como os alunos de um curso de graduação em Engenharia da Computação aceitaram⁵¹ o segundo convite de uma forma mais consciente, uma vez que não havia um descompasso entre a metodologia e/ou concepção adotada pelo professor no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de matemática ministrada e aquela esperada no projeto de modelagem (JACOBINI, 2004). Pode-se inferir que a existência de um currículo que contempla e tenta conduzir um discurso real não contraditório com o oficial nos dois ambientes (da sala de aula e dos projetos) tem uma forte relação com os significados que os alunos, participantes ou não dos projetos, atribuem às propostas dos mesmos.

No caso específico desta pesquisa, após o entendimento parcial da concepção a ser adotada no projeto, e principalmente da possibilidade de se construir um conhecimento mais amplo, além do próprio conhecimento disciplinar, o grupo sinalizou, mesmo que de uma forma indireta, a possibilidade de continuar a participar, o que ecoou como um “sim” ao convite de adentrarem-se na construção de um ambiente investigativo e crítico de um projeto de matemática.

Não é sem razão que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1999, p.15) destacam que, no ensino médio, “os objetivos educacionais podem passar a ter maior ambição formativa”, pois, espera-se que o ambiente escolar favoreça e auxilie os estudantes a desenvolver uma “consciência mais ampla de suas responsabilidades e direitos, juntamente com o aprendizado disciplinar”.

Indícios de uma resposta afirmativa dos membros do grupo que desenvolvia o projeto para adentrar no desafio proposto podem ser encontrados nos enunciados dos mesmos, quando foram solicitados a opinar sobre o que estavam achando do projeto.

⁵⁰ Os autores de Pais *et al.* (2010) não utilizam o termo ‘segundo convite’ no artigo. Eles destacam que o critério utilizado pela professora na escolha dos alunos para comporem o grupo que participaria de um projeto de modelagem, orientado na perspectiva da Educação matemática crítica, foi a escolha daqueles que tinham mostrado mais interesse e envolvimento ao longo das sessões de entrevistas utilizadas para a seleção dos alunos.

⁵¹ Jacobini (2004) também não utiliza o termo ‘segundo convite em sua tese. Entretanto o autor argumenta em sua pesquisa que os estudantes voluntários se interessaram em participar do projeto de modelagem por “acreditarem em sua proposta pedagógica e na sua dinâmica de trabalho, que teve como um dos objetivos a possibilidade do compartilhamento “dos resultados obtidos das investigações realizadas” com outros setores da sociedade” (JACOBINI, 2004, p.79).

Diante desse propósito, Alair destacou que *para te falar a verdade eu não sabia nada, eu estou aprendendo bastante até agora, quanto cada imposto representa na arrecadação dos municípios, quais são esses impostos, de onde eles são provenientes...*

Já Tamires, destacando que sua dificuldade na escola sempre foi com o aprendizado de matemática, apontou que a mesma poderia (re)aparecer durante o processo de matematização, embora não destacasse a mesma necessidade de estudar mais matemática no projeto de modelagem como Alair (*Minha dificuldade é a matemática, não sei se na hora quando que ela vier eu vou gostar igual eu estou gostando tanto*).

A possibilidade, bem como a forma de se desenvolver uma pretensa matematização crítica em projetos de modelagem, tal como este trabalho vem procurando discutir, deve ser analisada dentro de um contexto educacional mais amplo. Segundo D'Ambrósio (1999, p.132), historicamente, o currículo de matemática vem dando ênfase ao desenvolvimento da manipulação numérica, em operações baseadas em técnicas e algoritmos, ainda que a inserção de resolução de problemas e projetos de modelagem possa vir a ganhar espaço nos currículos de matemática. O autor destaca a importância de se utilizar a estrutura da matemática para lidar com questões centrais de nossa sociedade, principalmente para atender aquilo que considera importante numa educação (matemática) que é a promoção da democracia e da equidade social. É bom ainda lembrar que D'Ambrósio (1999) aponta que seu conceito de *materacia* deve ser entendido dentro de uma proposta de desenvolvimento de um currículo de matemática que não negligencie a importância do valor instrumental para explicar, compreender e lidar com a realidade social, política e cultural sobre a qual a sociedade se sustenta. Segundo o autor, a educação (matemática) deve ser entendida como uma estratégia da sociedade para promover, de maneira associada, criatividade e cidadania. Para além de se preocupar com aspectos puramente propedêuticos, ou de contemplar uma formação técnica que valoriza o caráter utilitário da matemática, uma Educação Matemática deve ser orientada na direção de tanto auxiliar que homens e mulheres atinjam seus recursos máximos, como no favorecimento de sua assimilação acerca de sua posição e ação no mundo.

Cabe aqui destacar que o esclarecimento parcial do grupo acerca da possibilidade de desenvolver um projeto que permitisse unir o aprendizado de matemática a um processo que privilegiasse o desenvolvimento de uma componente de análise crítica para o entendimento de aspectos ligados à política social e econômica

relacionadas com a exploração mineral da região não foi uma tarefa substancialmente fácil de ser percebida, e de certa forma analisada. Entretanto, uma sinalização, ainda que difusa, de apoio a esse desafio foi estabelecida pelos componentes do grupo, possibilitando tanto a continuidade do projeto, quanto uma análise mais pormenorizada de como se processa, ou tem o potencial de se processar, uma matematização crítica no mesmo.

6.1.4. Quarto encontro (30 de março de 2011): uma rápida conversa

Este encontro foi marcado por uma rápida conversa com os integrantes Alair, Isadora, João Vila, Tamires e Edu sobre o projeto. Foi feito um pedido de adiamento do encontro do grupo de modelagem para o dia 04 de abril, excepcionalmente uma segunda-feira, uma vez que o campus de Congonhas passava por uma semana de festividades envolvendo a comemoração do aniversário do seu quinto ano de atividades.

Como no horário estabelecido para o desenvolvimento do projeto iriam ser promovidas apresentações envolvendo as bandas de músicas da escola, resolvemos apenas nos limitar a programar o que poderíamos fazer com os dados até então obtidos pelo grupo. Dessa forma, ficou combinado que o próximo encontro seria na segunda-feira, no horário do intervalo das aulas entre o período da manhã e da tarde, das 13h às 14 h, no qual iniciariamos a construção do modelo matemático para descrever a evolução do CFEM.

6.1.5. Quinto encontro (04 de abril de 2011): a parceria firmada entre grupo de modelagem e as TIC's

Comparecerem neste encontro os integrantes Alair, Isadora, Tamires, João Vila e Edu. Os outros integrantes informaram que não mais participariam do projeto e justificaram a decisão tomada, conforme já explicado no quinto capítulo desta tese.

Este encontro teve uma duração bem limitada, ocorrendo das 13 h às 14 h no laboratório de informática. Diante disso, foi possível apenas que o grupo selecionasse os dados da evolução do CFEM do município de Congonhas dos anos de 2002 a 2010, e construísse uma tabela e um gráfico, através de uma planilha eletrônica do *software Excel*, o que auxiliou o grupo a verificar, de uma forma inicial, o comportamento dessa evolução. Cabe destacar que armazenávamos todos os resultados obtidos em uma pasta

do notebook⁵², denominada de “Trabalho do grupo”, conforme sugestão dos integrantes do projeto.

Os resultados da construção da tabela e do gráfico da evolução do CFEM estão apresentados na sequência.

TABELA 5

Evolução da Arrecadação do CFEM de Congonhas, em milhões de reais

Ano	Arrecadação (em milhões de reais)
2002	4,3
2003	4,52
2004	5,04
2005	5,88
2006	6,45
2007	8,25
2008	13,2
2009	18,43
2010	22,54

Fontes: DNPM (2011), FINBRA (2010).

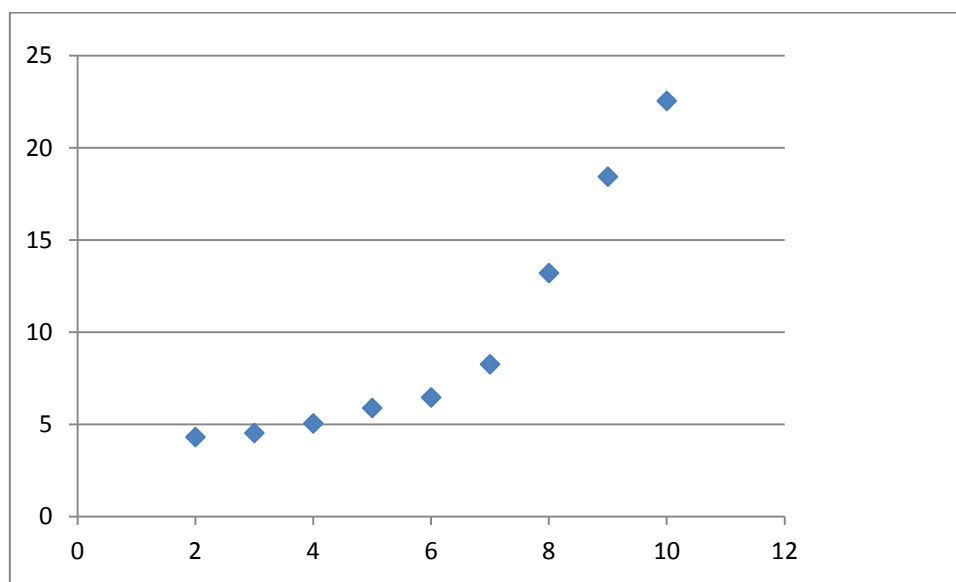


GRÁFICO 3: Evolução do CFEM de Congonhas de 2002 a 2010

⁵² Um notebook foi disponibilizado pelo professor orientador durante todo o projeto. Dessa forma, o grupo utilizava os computadores no laboratório de informática, bem como o próprio notebook quando estava reunido na sala destinada para os encontros do grupo.

Pode-se perceber que o processo de matematização vinha contando com a utilização dos recursos proporcionados pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Isso sinalizava que uma parceria firmada entre pesquisador, componentes do grupo do projeto e as tecnologias presentes poderia ganhar força e se estabelecer em todo o processo de matematização empreendido por esse coletivo.

Segundo Lévy (1993. p. 169), “o pensar é um devir coletivo no qual se misturam homens e coisas.” Para o autor todos os artefatos como lápis, papel, computadores e complexos equipamentos “participam integralmente da inteligência dos grupos” e possuem um papel nos coletivos pensantes ali firmados. No campo da Educação Matemática, esse coletivo pensante é denominado por Borba e Villarreal (2005) de seres-humanos-com mídias ou seres-humanos-com-tecnologias. Os autores assumem a perspectiva teórica de que a produção do conhecimento é realizada por esse coletivo pensante.

Pensando nessa parceria que vinha se estabelecendo, ou nesse coletivo pensante, posso destacar três frentes de trabalho que vinham sendo utilizadas e seriam importantes no processo de matematização e construção do modelo matemático: a coleta de dados pela internet, a forma com que os dados eram organizados, como a tabela 5, bem como na forma com os dados eram representados graficamente, como no gráfico 3.

Na literatura mais recente do campo da modelagem na Educação Matemática encontra-se um trabalho que traz uma importante reflexão a respeito da forma como os dados empíricos retirados da internet foram utilizados por um grupo de alunos em seus projetos de modelagem. O artigo de Diniz e Borba (2012) mostra como os “dados prontos” considerados como informações gráficas, tabelas ou fórmulas retiradas da internet foram utilizados por um grupo de alunas, sem a devida explicação de como foram constituídos. Segundo os autores, essa forma de utilizar fórmulas ou modelos matemáticos disponibilizados na Internet sem a necessária compreensão de como o modelo foi construído, ou de como os resultados sugeridos pelo modelo são interpretados, pode reforçar a Ideologia da Certeza da matemática.

Entretanto, a pesquisa de Diniz (2007), utilizada como referência no artigo de Diniz e Borba (2012), mostra como uma orientação mais sistemática por parte do professor orientador pôde detectar e promover uma reflexão mais sistemática com o grupo de alunos que utilizaram os dados prontos em seus projetos de modelagem. Diniz (2007) destacou em seu trabalho que o coletivo pensante formado por “Professor-Estudantes-Pesquisador-com-PowerPoint-Internet” auxiliou o debate que procurava

refletir acerca do modelo matemático, e principalmente da necessidade de se “compreender os significados de “dados prontos”” (Diniz, 2007, p.100).

Entretanto, como se pode notar no trabalho das alunas intitulado “Câncer de Próstata” e em outros trabalhos destacados pelo autor, que as ideias produzidas pelos alunos na construção dos modelos matemáticos requisitados em seus projetos de modelagem, contou com a significativa parceria firmada entre alunos, *softwares* gráficos e internet.

Diante disso, concordo com Borba e Villarreal (2005) que a mídia usada para investigar e representar os dados em projetos de atividades abertas, como é o caso da modelagem, pode assumir uma relevância que transcende o simples papel relacionado à sua representatividade, e “mudar o status da visualização em Educação Matemática” (BORBA, VILLARREAL, 2005, p.96): ela pode condicionar a produção do conhecimento matemático ali produzido.

Esse coletivo pensante, firmado entre componentes do grupo do projeto de modelagem, pesquisador-orientador e tecnologias foi se constituindo como uma característica da matematização desenvolvida pelo grupo. A sequência dos encontros mostrará os desdobramentos dessa parceria e sua importância para o entendimento do que vem sendo denominado de matematização crítica.

O prosseguimento do desenvolvimento do projeto de modelagem contou com o processo de construção do modelo matemático que representou a evolução do CFEM do município de Congonhas, bem como da continuação e do acompanhamento das notícias referentes à questão do novo marco regulatório dos *royalties* do minério, além da análise da situação social e econômica das cidades do Alto Paraopeba.

Cabe destacar, considerando esses cinco encontros iniciais, que o processo de matematização do projeto de modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica ganhava corpo a cada novo encontro, uma vez que um tema relevante e de grande importância para o entendimento das relações econômicas e sociais travadas não só na região do Alto do Paraopeba, mas também no Brasil, se constituía em objeto de interesse dos componentes do grupo. Dessa forma, foi possível ao grupo reunir esforços para entender que historicamente a balança comercial do Brasil, e especialmente do estado de Minas Gerais, é alimentada e dominada pelas exportações de grande volume de matérias primas de baixo valor agregado, como as *commodities* minerais e agrícolas. O exemplo das *commodities* do próprio minério de ferro, bem como dos demais produtos primários como café e carne, ajudou-nos a

entender que a exportação do estado de Minas Gerais, assim como a do Brasil, é dominada por esses produtos que têm seus preços cotados e ditados pelo mercado internacional.

Diante dessa constatação, o grupo entendeu que uma baixa alíquota atribuída à CFEM pode impactar insatisfatoriamente a economia das cidades mineradoras, trazendo consequências sociais e ambientais que, muito provavelmente, estão na contramão do desenvolvimento dessas cidades. Foi dentro desse ambiente crítico que o processo de matematização do projeto de modelagem foi desenvolvido e materializado, o que auxiliou sobremaneira a forma do entendimento e de construção do modelo matemático que buscou retratar a evolução do CFEM da cidade de Congonhas.

Não é sem razão que D'Ambrósio (2008) enfatiza que esse componente crítico na Educação Matemática, e em especial em projetos de modelagem orientados dentro dessa perspectiva, cria condições para se construir uma educação holística que tenha, na sua base, a preocupação de contribuir para que uma parceria entre alunos e professores se firme e os auxiliem a crescerem social e politicamente no processo. Penso, portanto, que é uma das formas que os projetos de modelagem podem ser desenvolvidos, possibilitando se desvencilhar e ao mesmo tempo tornar-se uma alternativa àqueles processos de ensino que reúnem suas ações visando, exclusivamente, uma preocupação para o desenvolvimento de uma preparação propedêutica. Segundo o autor, uma educação holística deve ser dominante dentro de um processo educacional, e deve preparar os indivíduos para desenvolver uma tonalidade política, com a importante missão de usá-la para o bem comum da própria sociedade em que vivem.

Foi com esse propósito que a orientação do projeto foi se desenvolvendo, e dessa forma, alimentava as discussões pertinentes ao tema desenvolvido pelo grupo. Foi assim que Alair, respondeu à pergunta ao final do quinto encontro, quando perguntei ao grupo sobre o que eles estavam achando, até então do projeto:

Para falar a verdade eu não sabia nada, eu estou aprendendo bastante agora o que cada imposto representa na arrecadação dos municípios, quais são esses impostos, de onde eles são provenientes. Assim, a gente pode acompanhar melhor o município, o andamento do município. (Alair)

Dentro dessa temática posso considerar que o projeto foi marcado por esse esforço coletivo de se conduzir uma matematização voltada para esse propósito de construir essa tonalidade política. Dessa forma, os discursos ali travados eram

carregados dessa “atitude responsiva ativa”. Segundo Bakhtin (2000, p. 290), essa atitude possibilita que os participantes de uma determinada interação verbal adotem um processo de “compreensão ativa”, desde o início. Dessa maneira, posso inferir que todo o processo discursivo que envolveu a compreensão da relação da compensação financeira para a exploração mineral, denominada de *royalties* do minério, e da sua relação para o desenvolvimento da região do Alto Paraopeba, fora se materializando, de forma a assumir um papel preponderante no processo de matematização por nós vislumbrado.

Posso igualmente destacar que o processo de matematização do grupo tomava forma e evoluía sob o efeito da interação contínua e permanente dos integrantes do grupo, incluindo aí o esforço dos componentes do grupo para construir um ambiente de pesquisa que se consolidava dentro daquela vertente política. Foi assim que Isadora construiu seu discurso, pautando na resposta de Alair, sobre o que estava achando do projeto até o quinto encontro do grupo:

Então, como o Alair falou, é bom para o conhecimento, (...), os impostos, eu também não conhecia muito sobre isso, o Alair falou, e é isso também, conhecer um pouco mais, aprimorar um pouco mais, ver também o que pode acontecer, como que pode mudar isso, favorecer... (Isadora)

Já Tamires evidenciou, além da importância do projeto auxiliá-la a crescer como cidadã, preocupações acerca do processo de matematização que culminaria com a construção do modelo matemático. Seu enunciado remete à insegurança sentida pela mesma nos estudos da matemática em sua trajetória escolar dentro e fora do Instituto. Uma matemática pautada geralmente no interior de um currículo estabelecido que, de forma geral, não abre espaços e, de forma contínua, não valoriza a implantação de atividades inovadoras, como em projetos de modelagem orientados na perspectiva que adotamos:

Eu entrei para o projeto para realmente crescer como cidadã, para ver como andam os impostos, para saber para onde está indo o dinheiro, esse negócio assim. Eu estou gostando muito até agora, pois minha grande dificuldade na escola é na matemática, não sei se na hora que a matemática pegar eu vou gostar tanto, como eu estou gostando até agora. (Tamires)

O enunciado de Tamires expressa a sua posição em relação a dois pontos: o primeiro se refere a sua adesão e confirmação da importância da proposta do projeto de modelagem em explorar um tema que possibilitava ao grupo fazer uma (re) leitura da realidade econômica e social da região do Alto Paraopeba. Já o segundo ponto carrega consigo reminiscências de uma relação conflituosa com a própria matemática escolar, evidenciando certo receio dessa relação se repetir na sequência do processo de construção do modelo matemático demandada pelo projeto. Tal como destaca Bakhtin (2000, p. 316), os enunciados se compõem dentro de “um elo na cadeia da comunicação verbal”, não sendo completamente indiferentes ou dissociados uns dos outros, uma vez que podem se “refletirem mutuamente”, mas da mesma forma, podem trazer ecos de outros enunciados, suscitando lembranças e vivências particulares que são encontradas na própria expressividade dos enunciados.

6.1.6. Sexto encontro (06 de Abril de 2011): a Ideologia da Certeza presente na “escolha” da função

Compareceram neste encontro Alair, Edu, Isadora, João Vila e Tamires, consolidando, a partir desse encontro, os integrantes que comporiam o grupo de modelagem.

Este encontro foi caracterizado pelo processo discursivo que procurava dar início à construção do modelo matemático que representasse a evolução da cota do CFEM recebida pelo município de Congonhas. Dessa forma, fora pedido aos cinco integrantes do grupo para fazer um gráfico de como ficaria a tendência da evolução do CFEM, considerando os dados por nós coletados, bem como todo o universo de compreensão da situação-problema investigada e discutida. Assim, propus a cada integrante do grupo que desenhasse na lousa um gráfico que eles achariam que melhor representasse a evolução do CFEM de Congonhas.

Tamires, Alair e João Vila apresentaram, respectivamente, os gráficos I, II e III, destacados a seguir⁵³:

⁵³ No sexto encontro não houve gravação em vídeo, e os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram o gravador de áudio e as anotações do caderno de campo.

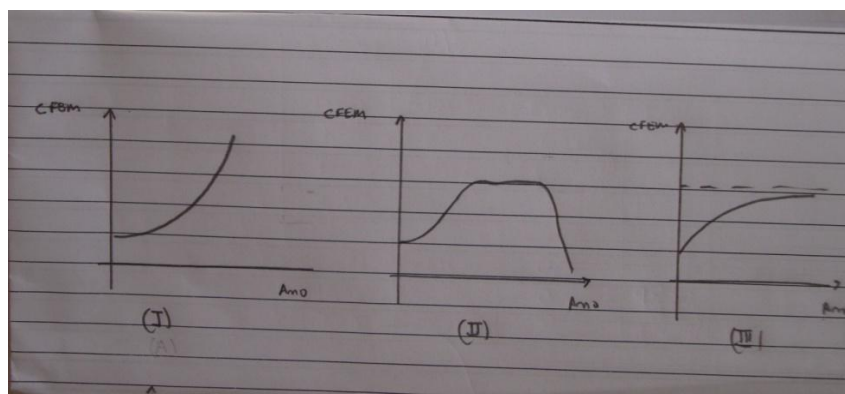


GRÁFICO 4: gráficos apresentados pelos integrantes do grupo

As justificativas apresentadas pelos componentes do grupo foram acompanhadas pelas hipóteses utilizadas e assumidas pelos mesmos (Borba, Skovsmose, 1997), e os auxiliaram na tomada de decisão sobre o formato gráfico, conforme destaque a seguir.

Tamires: *Sempre vai ter exploração, e a demanda sempre vai aumentar (...).*

Alair: *Vai crescer, mas ao longo do tempo o minério vai acabar, e não vai ter mais reservas, e por isso, nem arrecadação do CFEM.*

João Vila: *Vai crescer, mas depois vai estabilizar.*

Alair: *O minério acaba.*

Pesquisador: *Então como é que poderia ficar o gráfico?*

João Vila: *Começa pequeno, depois vai aumentar e vai estabilizar.*

Alair: *Mas depois vai decrescer também.*

Pesquisador: *Pode ser que depois decresça.*

Alair: *Certamente vai.*

Tamires: *Eu estou sendo otimista, vai estabilizar.*

Pesquisador: *E você Edu, o que você acha?*

Edu: *Vai crescer muito rápido e depois vai estabilizar.*

Pesquisador: *Por que vai estabilizar?*

Edu: *Porque a demanda externa não vai necessitar de mais do que a fábrica vai dar conta de produzir.*

Pesquisador: *Então são dois problemas que você está falando, a demanda externa e a própria estruturação da indústria não é?*

Pesquisador: *E você Isadora, o que você acha?*

Isadora: *Ah! Eu acho que é isso mesmo.*

Pesquisador: *Não me interessa só a matemática não, me interessa também saber o porquê, entenderam?*

Neste momento Alair foi ao quadro, esboçou novamente a sua proposta gráfica, mantendo o mesmo formato do gráfico II e reforçou sua escolha:

Alair: *Eu acho que vai chegar uma hora que a gente vai ter necessidade de produzir, então vai ter aumento, mas vai chegar um ponto que vai estabilizar e quando o minério acabar vai voltar a zero.*

Pesquisador: *Você fez uma progressão maior de tempo, considerou um intervalo de tempo bem grande não é?*

Alair: *É.*

Pesquisador: *O Alair colocou estabilizando um tempo e depois diminuindo, considerando um tempo bem grande...*

Tamires: *Mas desde que o Brasil é Brasil tem minério, a mineração aqui começou com o Brasil colônia.*

Edu: *Século XVII no Brasil colônia.*

Pesquisador: *Em 1798, se eu não estou enganado, Tiradentes fez a primeira revolução por conta disso.*

Alair: *Tiradentes fez revolução?*

Tamires: *Fez, na revolta deles lá...*

Alair: *A Inconfidência Mineira. A Inconfidência Mineira foi por conta da transformação da independência do Brasil.*

Tamires: *Não por causa disso, por causa do ouro também.*

Alair: *Ah! O imposto não é! Por conta das arrobas, tinha um negócio assim também.*

Alair: *o Luciano (professor de História) pode falar, mas...*

Pesquisador: *O nosso Estado tem este nome por causa dessa tradição: Minas das Gerais. Porque nosso estado tem esse nome?*

João Vila: *É por que tinha minerais em abundância.*

Pude observar que Tamires e João Vila buscaram gráficos conhecidos de suas experiências escolares em matemática para retratar a evolução do CFEM. Diferentemente dos demais, Alair buscou retratar a evolução do CFEM de uma maneira mais independente e desgarrada da matemática escolar.

Posso considerar que a curva de evolução imaginada por Tamires apresentou características do gráfico de uma função exponencial, função esta muito presente na grade curricular de matemática do primeiro ano do ensino médio⁵⁴. Já a opção de João Vila está associada à sua experiência na iniciação científica, dentro da qual utilizou um modelo matemático baseado em uma função exponencial de crescimento inibido, para retratar a evolução dos recordes olímpicos na modalidade do salto triplo masculino.

Conforme pude observar, nesse início do processo de matematização, a suposta evolução do CFEM “imaginada” por Tamires e João Vila poderia se enquadrar em uma curva conhecida ou próxima daquelas de suas vivências e experiências escolares. Diferentemente da forma como Alair defendeu suas ideias para a construção da suposta evolução do CFEM, as discussões sobre as possíveis variações que o CFEM poderia ter ao longo do tempo, principalmente em função da variação das exportações ou do preço da tonelada do minério de ferro alcançado no mercado internacional, como o grupo vinha refletindo, parece que não foram levados em consideração, num primeiro momento, nas decisões de Tamires e João Vila. Isto pode ser um indicio de que a Ideologia da Certeza (Borba, Skovsmose, 1997) esteve presente na forma com que Tamires e João Vila escolheram, respectivamente, as funções exponencial e exponencial de crescimento inibido para interpretar e tentar retratar matematicamente a situação explorada. O enunciado de João Vila reforça essa constatação: *Vai crescer, mas depois vai estabilizar.*

A justificativa apresentada por João Vila, conforme pude perceber, se apoiou no princípio de que a evolução do CFEM se “encaixaria” perfeitamente na curva de crescimento inibido utilizada e explorada por ele em seu projeto de iniciação científica do PIBIT Jr., em que contou com a minha orientação. Ou seja, os argumentos matemáticos utilizados para sustentar sua decisão foram colocados em primeiro plano, diferentemente de Alair que apresentou uma argumentação descolada das formas gráficas vivenciadas em suas experiências escolares. (*Vai crescer, mas ao longo do tempo o minério vai acabar, e não vai ter mais reservas, e por isso, nem arrecadação do CFEM*) Segundo Borba e Skovsmose (1997), a maneira de tratar problemas de aplicações de forma semelhante aos problemas apresentados dentro da tradição da matemática escolar pode dar a impressão de que as questões e dificuldades em

⁵⁴ A grade curricular do ensino de matemática do primeiro ano do ensino médio no Instituto contempla o estudo de funções, com ênfase nas funções afim, quadrática, exponencial e logarítmica.

aplicações são também semelhantes aos problemas desenvolvidos dentro daquela tradição.

Como pesquisador, sabia que estava diante de uma potencial oportunidade para orientar o grupo a desenvolver uma matematização “desgarrada” das marcas da Ideologia da Certeza ali presentes. Uma dessas marcas poderia estar associada ao poder atribuído à matemática, principalmente na forma de considerá-la como sendo aplicável a qualquer situação. Sabia que teria que auxiliar o grupo na direção da compreensão de que a matematização da situação explorada talvez pudesse ser mais complexa do que poderíamos imaginar. A evolução do CFEM explorada e obtida no quinto encontro poderia em nada se assemelhar às curvas por eles estudadas no contexto escolar.

Como o grupo tinha a representação dos dados da evolução do CFEM de Congonhas, dos anos de 2002 a 2010, na forma de tabela (Tabela 5), e na forma gráfica (Gráfico 3), orientei-os para verificar, de uma forma mais detalhada, o comportamento dessa evolução e assim fazer uma comparação com os gráficos sugeridos por Tamires, Alair e João Vila.

Numa tentativa de ampliar o escopo de discussão, embora apoiando-me em um conjunto de gráficos típicos da matemática escolar, principalmente da matemática escolar superior, apresentei ao grupo o livro de Bassanezi (2004)⁵⁵, e destaquei a parte que traz um “elenco de funções típicas” em seu segundo capítulo. A figura 2 mostra o “menu” apresentado pelo autor.

⁵⁵ Livro intitulado Ensino e aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.

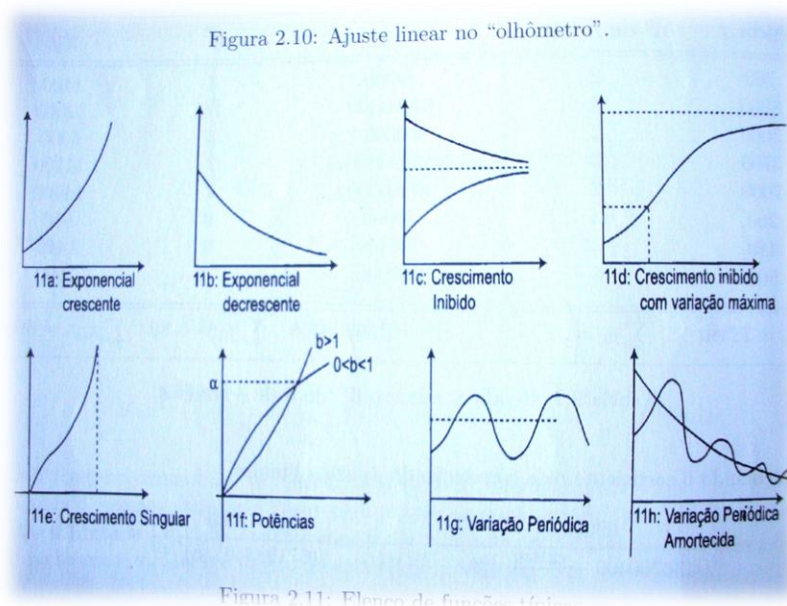


FIGURA 2: Elenco de funções típicas.

Fonte: BASSANEZI, 2004, p.60.

Meu interesse com essa atitude foi de mostrar que há diversas formas para representar uma determinada situação, mas que todas elas eram apenas aproximações. Ao mesmo tempo, orientei o grupo na direção de adotar uma dessas funções, para subsidiar a construção do modelo matemático da evolução do CFEM. Minha ideia era não utilizar as opções do crescimento exponencial ou a curva de Crescimento inibido, (gráficos 11a e 11c da figura 2), apontadas respectivamente por Tamires e João Vila. Vislumbrava, dessa forma, que o grupo vivenciasse uma situação “nova”, em todos os sentidos, mesmo correndo todos os riscos de que essa opção, ao longo do processo de matematização, mostrasse dificuldades, e talvez até mesmo impossibilidade de se utilizar a função escolhida na construção do modelo matemático, uma vez que as possíveis simplificações poderiam limitar e até mesmos inviabilizar o “enquadramento” da evolução do CFEM na curva escolhida.

Tal como apontam Borba e Skovsmose (1997, p.19), a matemática pode ser considerada como um dos caminhos para se olhar e interpretar um dado fenômeno. A interpretação ou a crença de que um modelo matemático sempre é capaz de retratar qualquer fenômeno, trazendo uma “solução ótima como regra” pode ser contestada, uma vez que esse forma de interpretação traz em seu bojo elementos que sustentam e estão na base da Ideologia da Certeza.

Minhas ações e meu discurso estariam, a partir desse momento, voltados para esse objetivo. Com isso, poderíamos adentrar no que Borba e Penteadó (2007) denominam de zona de risco, dentro da qual, um alto grau de imprevisibilidade poderia guiar as ações do grupo no processo de matematização.

Caberia ao pesquisador-orientador, então, auxiliar o grupo a desenvolver uma reflexão acerca das incertezas que poderiam estar presentes na construção desse cenário, principalmente naquelas situações que se mostrassem potencializadoras para desafiar a Ideologia da Certeza. Segundo Penteadó e Skovsmose (2008, p. 73), “reflexões são um recurso para se tratar com as incertezas”. Tinha o objetivo de convidar os componentes do grupo a adentrarem num processo de matematização com potencial de ser crítica, dentro da qual o diálogo pudesse estar na base das reflexões e decisões coletivas ali tomadas.

Diante dessas considerações, após mostrar para o grupo o elenco de funções típicas, expliquei aos componentes que aquelas funções eram utilizadas pelo autor do livro de modelagem para explicar e exemplificar a construção de modelos matemáticos construídos através de um procedimento que utilizava o ajuste linear de pontos.

Expliquei ao grupo que, caso uma das funções fosse escolhida, poderíamos não ter o “sucesso” esperado, uma vez que a forma de aplicar a matemática em problemas reais difere dos problemas por eles estudados nos livros textos.

Oriei ao grupo a utilizar a função de crescimento inibido com variação máxima (função logística), principalmente por entender que havia semelhanças entre a mesma e o gráfico construído pelo grupo no quinto encontro (Gráfico 3). Diante disso, procurei discutir com o grupo o que estava acontecendo com as inclinações das retas tangentes ao longo das curvas investigadas. Partes dessas discussões são destacadas a seguir:

Pesquisador: *Nós estamos vendo a curva do CFEM de Congonhas, de 2002 a 2010, não é? Então a curva não é exponencial, a inclinação não está crescendo tanto, não é mesmo?*

Alair: *Sim.*

Pesquisador: *Ela está crescendo, mas o que está acontecendo com a inclinação da tangente aqui? (me referindo a um ponto que se deslocava sobre a curva logística).*

Alair: *Está diminuindo.*

Pesquisador: *Está diminuído concordam? Então qual gráfico desses vocês acham que a gente pode utilizar para ajustar nossos dados? A gente pode pegar este gráfico aqui...* (apontando para o gráfico de crescimento logístico).

João Vila: *Vai estabilizar...*

A partir deste momento João Vila e Alair discutem sobre a possibilidade de se usar a curva logística (conversa inaudível).

Pesquisador: *Então vamos ver aqui as curvas que a arrecadação pode assumir, não é, durante os anos que nós vamos pesquisar que são de 2000 até 2020, até 2020, um período bom, não é? Qual vocês acham que vai dar aqui?*

Tamires apontou o gráfico de crescimento exponencial e reforçou a opção pela curva de crescimento exponencial:

Tamires: *Até 2020 eu acredito que não vai parar de crescer não...*

João Vila: *Se fosse assim Tamires, não...*

Pesquisador: *A Tamires está falando que até 2020 vai crescer muito, é uma hipótese. Já o João está falando que é a curva de crescimento inibido com variação máxima. Alair pensa alto com João Vila: (conversa inaudível)*

Pesquisador: *Pode ser que seja um ou outro. Se ela (a Tamires) está falando isso, ela está se baseando em que?*

Edu: *Neste aqui (se referindo ao gráfico proposto pela Tamires) tem um período de tempo curto...*

Pesquisador: *Então ela não está errada não, ela está supondo, é uma premissa não é? A gente não sabe o que pode acontecer, pode ser que seja assim mesmo (mostrando o gráfico de crescimento exponencial proposto por Tamires). Tá claro, se a gente supuser que vai ter uma estabilidade, então a gente pode tentar encontrar qual será a arrecadação máxima com o tempo. Tem um plano do governo que é aumentar até 2020 ou 2025. Então a gente pode utilizar um dos dois gráficos. Eu acho... eu sou um pouco pessimista, eu acho que não vai crescer tanto assim não (indicando a curva de crescimento exponencial). Eu acho que vai ter uma inibição. Mas nada impede que seja de seu jeito viu, Tamires?*

Tamires: *Pode ser que a demanda internacional aumente, mas a produção não consiga...*

Pesquisador: *Então a questão aqui é a de fazermos hipóteses, nós estamos lidando com hipóteses, e se utilizarmos a curva logística, a hipótese é que vai estagnar, a demanda vai diminuir...*

Alair, João Vila e Isadora concordaram com a proposta e orientação do professor em utilizar a curva logística, (Gráfico 11 d da Figura 2), com Edu concordando com a opção tomada pelos demais membros do grupo.

Cabe aqui ressaltar, que, apesar da intenção do pesquisador-orientador do projeto em promover uma discussão mais horizontal com os participantes do projeto acerca da opção gráfica que eles realmente abraçariam na tentativa da construção do modelo matemático, a condução da “escolha” mostrou-se um afastamento da concepção de Educação Matemática Crítica pretendida na orientação do projeto. Acredito que, se a opção da curva exponencial, bem como da curva de crescimento inibido, tomassem parte no ambiente investigativo por nós construído ao longo do processo de matematização nos encontros, o ambiente poderia ser enriquecido. Tal como destacou Pais *et al* (2010), ainda que pesquisadores buscam adotar uma orientação condizente com as preocupações da Educação Matemática Crítica, eles podem ser traídos pela própria ideologia que tentam criticar em seus trabalhos investigativos no campo da modelagem na Educação Matemática.

Não é sem razão que Bakhtin (2000, p. 282) sublinha que os enunciados, bem como as ações das pessoas em uma interação discursiva, trazem as marcas e as especificidades das diversas esferas da atividade social que elas frequentam.

Sublinho que como pesquisador, vinha me esforçando para abraçar a concepção da Educação Matemática Crítica, principalmente na direção de combater as ideologias antagônicas à mesma, trazidas de outras esferas educacionais, como da própria tradição da matemática escolar. Entretanto, pude perceber que as reminiscências das ideologias disseminadas nessas esferas não se apagam por completo.

Caberia então ao orientador promover reflexões acerca de que nem sempre é possível retratar fidedignamente, através da matemática, situações complexas, como a evolução do CFEM, sem utilizar o recurso de fazer os devidos “recortes” e simplificações para que a matemática dê conta de se encaixar na situação.

Segundo Borba e Skovsmose (1997), dentro da perspectiva de Educação Matemática Crítica, espera-se que essa ideologia seja desafiada. Os autores ainda destacam a necessidade de o ensino dessa disciplina empreender uma forma de concebê-

la como um corpo de conhecimento que não está acima das demais formas de conhecimento. Além disso, os autores também destacam a necessidade de se trabalhar com problemas abertos, principalmente para que seja mostrada a necessidade de se fazer as devidas simplificações nos processos de matematização que envolvem a resolução dos mesmos.

Na sequência do processo de matematização, a partir do décimo primeiro encontro, essa necessidade iria surgir com mais nitidez, tornando-se um bom motivo para convidar o grupo a construir reflexões acerca dessa temática.

Entretanto, repetindo, se levasse em consideração as formas com que inicialmente Tamires, João Vila e Alair imaginaram e retrataram a evolução do CFEM, bem como a curva logística indicada pelo professor-orientador, escolhida dentro do elenco de funções típicas, seguida das apresentações das justificativas da decisão e opção por uma determinada curva, em detrimento de outras, o processo investigativo poderia aproximar-se da matematização crítica tal como venho destacando. Uma matematização que carrega dentro de si preocupações em desenvolver procedimentos que coadunam com a perspectiva da Educação Matemática Crítica, ou seja, que dão voz aos integrantes do grupo, que leva os mesmos a compartilharem com seus pares as dúvidas, interrogações e reflexões. Nesse cenário, a construção das ideias passa pela prerrogativa de que a interação discursiva produzida pelo grupo pode potencializar e, ao mesmo tempo, levar as opções individuais a se transformarem em opções coletivas.

Percebo que essa forma de decisão, baseada no diálogo, pode auxiliá-los a perceber que tal matematização pode configurar-se como uma aproximação, não tendo sentido então em falar que ele resultará numa forma certa ou errada. Essa característica pode, da mesma forma, auxiliá-los na direção do entendimento de que o processo de matematização crítica pode conduzi-los “a um terceiro estado, acima do verdadeiro e do falso” (TODOROV, 2000, p.8)⁵⁶.

As ideias e construções matemáticas dos integrantes do projeto, com este propósito, poderiam ser construídas dentro de um ambiente que possibilitasse rejeitar o absoluto, concedendo para isso um lugar de destaque para a tomada de decisão de um processo onde os múltiplos pontos de vista são negociados e reconfigurados. Assim, as construções das ideias poderiam ser estabelecidas de forma a não ter uma autoria exclusiva de um integrante do grupo em relações aos demais, mas nascer da confluência

⁵⁶ Prefácio do livro de Bakhtin “Marxismo e Filosofia da Linguagem”.

dos múltiplos enunciados que, segundo Bakhtin (2000, p.314), apontam o “tom valorativo que assimilamos, reestruturamos, modificamos.” É dessa forma que, a partir da extração das controvérsias e do julgamento dos múltiplos pontos de vistas, que o grupo poderia se mobilizar e construir o ponto de cruzamento desses múltiplos olhares (BAKHTIN, p.319), utilizando-os nos processos que envolveriam a matematização da situação por nós investigada.

6.1.7. Sétimo encontro (13 de Abril de 2011): o modelo logístico e o ajuste de curva

Neste encontro compareceram Alair, Edu, João Vila e Tamires⁵⁷ e, conforme ficou acordado no quinto encontro, daríamos prosseguimento ao processo de construção do modelo matemático da evolução do CFEM da cidade de Congonhas através da representação do mesmo pela curva logística representada pela função:

$$y = \frac{a}{1+b.e^{-\lambda x}}$$

(Equação 1)

A ideia foi estudar com os componentes do grupo o segundo capítulo do livro de modelagem matemática de Bassanezi (2004) que tratava da construção de modelos matemáticos utilizando o método de regressão ou ajuste de curva, em especial, dando ênfase à função que representa a curva logística. Como se tratava de uma função nunca antes vista pelos integrantes do grupo, e que, ao mesmo tempo, exigia em seu processo de construção a obtenção dos coeficientes λ , (que representa a taxa de crescimento relativo de y), de a , (que representa a capacidade suporte da variável y) e de b , através da utilização de regressão linear, com “mudanças de variáveis”, conforme Bassanezi (2004, p.76-78), resolvemos, nesse sétimo encontro, calcular apenas a capacidade suporte a que, por hipótese, assumíamos que iria acontecer com a arrecadação do CFEM de Congonhas tendendo para um valor limite máximo.

Nosso primeiro passo foi entender que a construção do modelo matemático exigia cálculos relacionados com a taxa de crescimento relativo de y_i (valor da variável

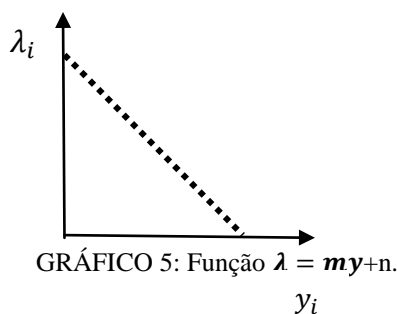
⁵⁷ Isadora justificou sua falta alegando que tinha um exame médico marcado no horário.

dependente y quando $x = x_i$), definida pela razão $\lambda_i = \frac{y_{i+1}-y_i}{y_i}$. Além disso, deveríamos fazer um ajuste linear com os pontos $(y_i; \lambda_i)$ e chegar à seguinte relação:

$$\lambda = my + n.$$

(Equação 2)

Nesta parte nosso esforço foi entender que, tomando-se um ponto qualquer sobre a curva logística e avançando no sentido positivo das abscissas com o mesmo, a taxa de crescimento relativo de y_i decresceria, aproximando ou tendendo para zero à medida que a variável x crescesse indefinidamente. Dessa forma, a equação (2) teria uma taxa de crescimento m negativa. Em virtude desse comportamento, o gráfico da equação (2) seria representado por uma função afim decrescente como destaque na figura:



Esta parte, para o entendimento do grupo, demandou uma explicação bem detalhada do pesquisador-orientador na lousa, com necessidade de construções de gráficos da curva logística com a conseqüente verificação geométrica, através dos mesmos, da taxa de crescimento relativa. Cabe ainda destacar que os integrantes do grupo estavam estudando geometria analítica nas aulas de matemática do terceiro ano, o que auxiliou o grupo a entender os conceitos ali utilizados.

Diante disso, para encontrarmos o valor de tendência ou capacidade suporte da curva logística representada pela equação (1), teríamos que fazer $\lambda = 0$ na equação (2), uma vez que para esse valor, a taxa de crescimento relativo da variável y seria nula e, portanto, $\lambda_i = 0$, uma vez que $y_{i+1} = y_i$.

Para realizar um estudo mais detalhado, auxiliei os integrantes do grupo para que, antes de calcular a capacidade suporte do CFEM da cidade de Congonhas, fizessem os cálculos de um exemplo fictício utilizado pelo livro de Bassanezi⁵⁸, no qual

⁵⁸ Exemplo 2.7 do livro de modelagem de Bassanezi (2004, p.77-79).

apresentava e realizava um ajuste linear do modelo logístico de crescimento de uma árvore. Foi a partir dessa situação que o grupo iniciou os procedimentos para a construção do modelo logístico utilizando o *software Excel*.

No decorrer dessa atividade pude notar que uma parceria se firmava entre pesquisador-orientador, demais integrantes do projeto e as tecnologias presentes e utilizadas, dando pistas que uma evolução desse conjunto de “atores” pudesse se aproximar do que Lévy (1993) denomina de “coletivo pensante”.

Na sequência mostrarei as ações empreendidas pelo grupo que o auxiliou na construção do modelo matemático em questão. Conforme já mencionado, no sétimo encontro foi possível ao grupo calcular a capacidade suporte que, supostamente, a arrecadação do CFEM do município de Congonhas poderia se aproximar. Os procedimentos desenvolvidos pelo grupo para determinar a função dada pela equação (1) serão evidenciados através dos demais encontros.

6.1.7.1. A resolução de um problema fictício do livro de modelagem

Como orientador do projeto, achei interessante na ocasião, mostrar aos demais integrantes do grupo como um problema fictício foi tratado no livro de modelagem de Bassanezi. A intenção era que o grupo entendesse a situação simulada pelo autor para calcular, através do ajuste linear do modelo logístico, o crescimento de uma árvore para, posteriormente, voltarmos para a construção do próprio modelo logístico do crescimento da CFEM. Cabe destacar que, nas duas situações foi utilizado um microcomputador que possibilitou-nos fazer todos os cálculos, construção de tabelas, gráficos e simulações necessárias através do *software Excel* nele instalado.

Dessa forma, começamos a fazer uso do livro de modelagem, no qual apresentava um problema fictício relacionando a altura de uma árvore Y_i (em metros) em função do tempo X_i (em anos). Os dados simulados são apresentados na tabela:

TABELA 6

Crescimento de uma árvore

X_i	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Y_i	21.7	22.5	23.3	24	24.7	25.4	26	26.6	27.1	27.6	28.1	28.5	28.9

Fonte: BASSANEZI, 2004, p.77.

Diante dessa situação, pedi aos alunos para colocar os dados numa planilha do *Excel*, construir o gráfico da evolução da altura da árvore, e, na sequência, tentar calcular o valor da taxa do crescimento relativo λ_i . A movimentação do grupo deu-se de uma forma que Alair se responsabilizou em comandar as ações no *notebook*, com os demais integrantes acompanhando, fornecendo os dados e interagindo com o mesmo. Destaco ainda que a forma coletiva que se fez notar tanto na construção das tabelas e gráficos, bem como nos cálculos e simulações, favoreceu e conduziu todo o grupo na direção do processo de construção do modelo logístico.

O resultado do gráfico do crescimento da árvore está representado a seguir:

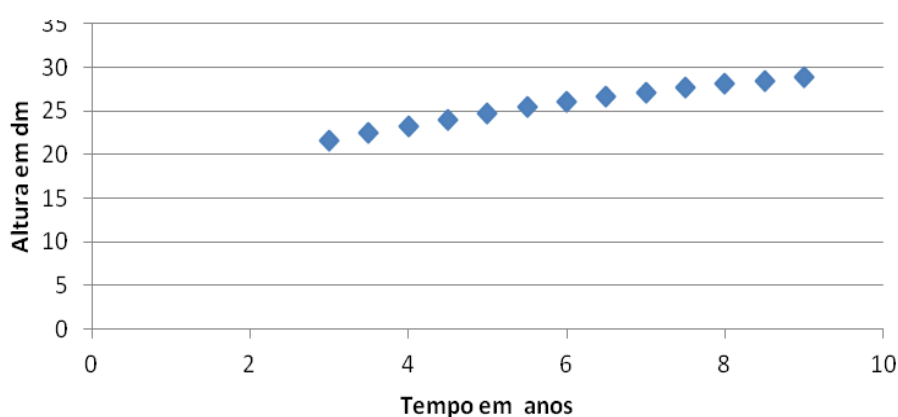


GRÁFICO 6 - Crescimento de uma árvore

Assim, o grupo seguiu construindo a tabela e tentando calcular o valor da taxa de crescimento relativo em cada linha da planilha do *Excel*. Relatei ao grupo que não precisava calcular daquela forma, uma vez que o programa permitia inserir uma fórmula. Diante dessa possibilidade, João Vila, que dominava o processo de inserir uma função no *Excel*, uma vez que utilizara esse procedimento em sua iniciação científica, mostrou para todo o grupo os passos necessários, além de auxiliar diretamente Alair para realizar esse procedimento.

A interação discursiva travada pelo grupo na tentativa de calcular o valor de estabilização da altura da árvore é destacada na sequência:

Pesquisador: *Faremos uma regressão linear entre $(y_i; \lambda_i)$ para tentar chegar...*

Tamires: *Na altura constante.*

Pesquisador: *Agora o que vamos fazer, vamos calcular a taxa de crescimento relativo. O que vocês precisam fazer?*

Alair: *uma terceira coluna (inserção de uma função para calcular o valor de λ_i .)*

Pesquisador: *Você vai inserir uma função...*

Alair: *Sim*

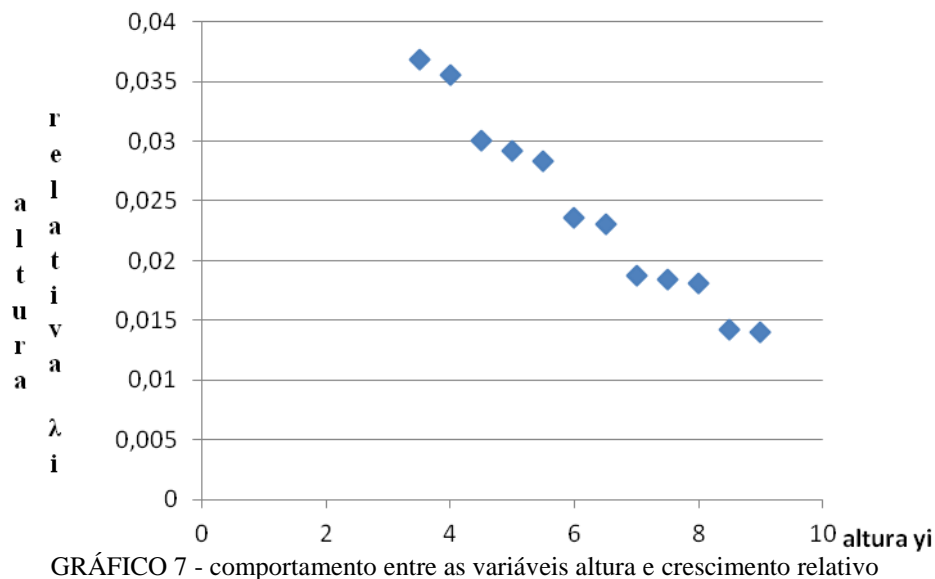
A tabela com a primeira coluna tendo o tempo x , (Coluna A na planilha), a segunda coluna tendo a altura y da árvore, (coluna B na planilha) e a terceira coluna, (Coluna C na planilha), a função que calculava a taxa de crescimento relativo, construída pelo grupo, está destacada na tabela a seguir:

TABELA 7

Crescimento relativo da árvore

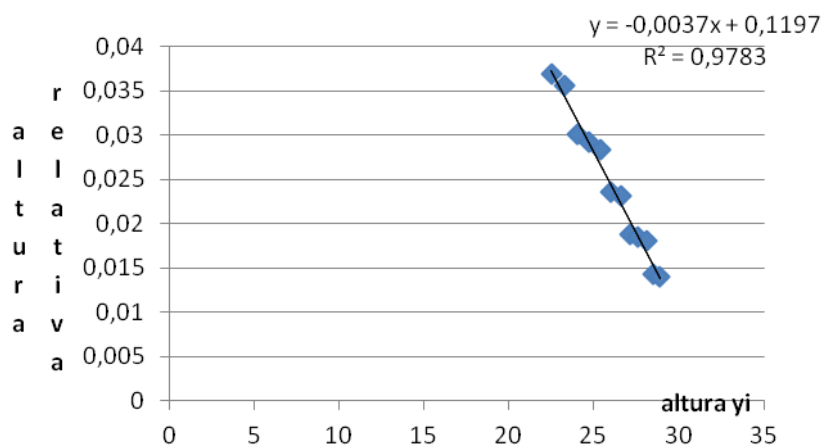
X_i	Y_i	Taxa de Crescimento Relativo λ_i
3	21,7	-
3,5	22,5	$=(B3-B2)/B2$
4	23,3	0,035555556
4,5	24	0,030042918
5	24,7	0,029166667
5,5	25,4	0,028340081
6	26	0,023622047
6,5	26,6	0,023076923
7	27,1	0,018796992
7,5	27,6	0,018450185
8	28,1	0,018115942
8,5	28,5	0,014234875
9	28,9	0,014035088

O gráfico construído pelo grupo para retratar o comportamento entre as variáveis y_i (altura da árvore) e a taxa de crescimento relativo λ_i , tomou o seguinte formato:



Dessa forma, foi possível ao grupo entender que a taxa de crescimento relativa da altura da árvore diminuía com o avanço do tempo. Na sequência, teríamos que fazer uma regressão linear com os pontos $(y_i; \lambda_i)$ e assim obter a equação da reta $\lambda = my+n$, para, finalmente, calcular o valor da capacidade suporte da altura da árvore.

Para isso, o grupo continuou a usar o programa do *Excel* que dá, através do gráfico de dispersão dos pontos $(y_i; \lambda_i)$ a linha de tendência da curva obtida. Esta etapa contou com uma ação destacada de João Vila, uma vez que pôde mostrar ao grupo os procedimentos necessários para se obter a linha de tendência⁵⁹. Esse procedimento levou o grupo a obter os seguintes resultados:



⁵⁹ João Vila trabalhou em seu projeto de iniciação científica com o ajuste linear do modelo exponencial assintótico.

A linha de tendência, destacada no gráfico, nos deu a equação (3):

$$Y = -0,0037x + 0,1197.$$

(Equação 3)

A partir desse ponto perguntei ao grupo:

Pesquisador: *A taxa de crescimento relativo está diminuindo ou aumentando gente?*

Edu: *Está diminuindo.*

Foi possível, com este procedimento, mostrar para o grupo que realmente a taxa de crescimento relativo da variável y diminuía com o tempo x , e que o gráfico de dispersão construído com os pontos $(y_i; \lambda_i)$ se aproximava de uma reta ou de uma função afim com taxa de crescimento negativa. Cabe destacar que a evolução da interação entre grupo de modelagem e tecnologias proporcionou sobremaneira o entendimento e análise de que a taxa de crescimento relativa da altura y da árvore era negativa, bem como da constatação de que os pontos $(y_i; \lambda_i)$ poderiam ser “ajustados” segundo uma reta, tal como destacava o livro de modelagem.

Abaixo evidencio parte das discussões desenvolvidas pelo grupo ao final da construção do gráfico de dispersão e da obtenção da linha de tendência:

Pesquisador: *Estão vendo que passa uma reta nesses pontos?*

Tamires: *Geralmente sim.*

Sulamita⁶⁰: *É, geralmente sim, não é, Tamires?*

Pesquisador: *Repare que estamos calculando somente o valor de a . A parte matemática é mais “fria” não é gente?*

Alair: *Não, a matemática é bacana.*

Pesquisador: *Isto dá muito trabalho, não é, Sulamita?*

Sulamita: *Ah! Com certeza.*

Pesquisador: *Quanto mais próximo de 1(um) estiver o coeficiente de regressão linear R , melhor será a regressão, menos dispersos estarão os pontos.*

⁶⁰ Sulamita é professora de Matemática no Instituto desde 2011. Ela cooperou com a pesquisa na filmagem dos encontros do grupo.

Neste momento, Alair se lembra da disciplina técnica “Elementos de Máquinas”, que o grupo cursava e destaca a possibilidade de se utilizar, da mesma forma proporcionada pelo projeto, uma regressão linear nos problemas aplicados que eram trabalhados naquela disciplina do curso de Mecânica. Sua fala evidencia que a exploração dos recursos tecnológicos aliada ao tratamento matemático, tal como estavam tendo a oportunidade de trabalhar no projeto, poderia oportunizar uma forma de estudo diferenciada daquela disciplina técnica.

Alair: *Nossa! Isso é uma mão na roda para usar em motores, heim?*

Tamires: *Como ele enxerga motores aí... (risos).*

A partir desse momento, o grupo voltou-se para a discussão de um problema específico da disciplina de elementos de máquinas, o que levou Alair a mostrar para o grupo como poderia ser feito o problema utilizando os recursos e conhecimentos ali mobilizados. Após uma discussão efervescente do grupo, pedi-lhes para calcular o valor que a altura da árvore se aproximaria, utilizando a equação (2) obtida pela regressão linear.

O grupo se mobilizou para obter esse dado, da seguinte forma: João Vila foi à lousa e escreveu a equação (3), enquanto Isadora e Tamires utilizaram uma calculadora científica para auxiliar os cálculos feitos por João Vila. Já, Edu acompanhava Alair no computador. Assim João Vila escreve a equação obtida pela regressão linear na lousa:

$$Y = -0,0037 x + 0,1197.$$

Peço ao grupo para mudar as variáveis, uma vez que a regressão linear fora feita a partir dos pontos $(y_i; \lambda_i)$. Assim o grupo auxiliou João Vila a reescrever a equação (3) com as variáveis utilizadas:

$$\lambda = - 0,0037 y + 0,1197.$$

(Equação 4)

João Vila faz $\lambda = 0$ na equação (4) e, resolvendo-a, conclui que o valor y da capacidade suporte seria $y = \frac{0,1197}{0,0037}$. Isadora e Tamires fazem os cálculos na calculadora científica e ditam o valor da capacidade suporte da árvore, " $y = 32,35$ ".

Ao término desse procedimento, pedi ao grupo para conferir junto ao livro de modelagem se o resultado coincidia como o apresentado pelo autor. O grupo mencionou que nossos “cálculos estavam bem próximos, e que a resposta no livro era 32,8.” Naquele instante pensei que haveria alguma rejeição por parte do grupo ao constatar a diferença, na casa dos décimos, entre as duas respostas. Entretanto, o grupo não se manifestou sobre a diferença encontrada, o que levou o pesquisador a refletir com o grupo sobre a possibilidade do autor do livro ter usado outro programa para fazer a regressão linear, fato que não causou tanta repercussão junto ao grupo.

Queria saber mais sobre o porquê dessa reação dos integrantes do grupo, uma vez que senti que era uma boa oportunidade para verificar como as incertezas matemáticas, e não somente no projeto em questão, eram interpretadas pelo grupo. Mas o tempo dedicado ao encontro havia terminado e, por esse motivo, a oportunidade de investigar tal questão foi adiada para os próximos encontros.

Ao final desse sétimo encontro os integrantes do projeto pediram para adiar o oitavo encontro, previsto para acontecer na quarta-feira subsequente, uma vez que entrariam na semana de provas da escola e precisariam estudar. Diante desse fato, propuseram um encontro para primeira quarta-feira do mês de maio, porém, dessa vez começando mais cedo, às 14h e não às 16h, uma vez que na última semana de prova não teriam aulas no período da tarde. Diante disso, ficou acordado que daríamos prosseguimento ao processo de matematização, calculando a capacidade suporte do modelo logístico de crescimento da arrecadação do CFEM do município de Congonhas.

Apesar do projeto, no sétimo encontro, debruçar-se sobre um problema fictício, ele mostrou uma evolução do grupo e, principalmente, deu indícios que o processo de matematização tinha grande possibilidade de continuar desenvolvendo em um ambiente, no qual, uma parceria entre a modelagem e as tecnologias (Araújo, 2002), pudesse se estabelecer. Além disso, via igualmente a possibilidade do processo de matematização abrir um espaço para explorarmos um debate sobre a forma que interpretavam e pensavam os integrantes do projeto, acerca das incertezas matemáticas, que se faziam notar no processo de matematização em questão. Dessa forma, essa ideia central balizaria os diálogos entre pesquisador-orientador e demais integrantes do grupo de modelagem a partir dos demais encontros.

6.1.8. Oitavo encontro (04 de maio de 2011): o cálculo da capacidade suporte no modelo de crescimento logístico do CFEM e a construção do perfil socioeconômico das cidades

Neste encontro compareceram Alair, Edu, Isadora, João Vila e Tamires. Combinei com o grupo de iniciarmos, num primeiro momento, conforme acordado no sétimo encontro, os procedimentos para calcular a capacidade suporte, ou o limite que a arrecadação do CFEM da cidade de Congonhas poderia atingir. Já num segundo momento, investigaríamos a situação socioeconômica das cidades do Alto Paraopeba através da verificação da evolução de alguns índices disponibilizados pelo Atlas do Desenvolvimento do Brasil⁶¹, como concentração de renda, média de anos de estudo da população e índice de desenvolvimento humano (IDH) das cidades daquela região. O objetivo era continuar investigando e compreendendo a relação da exploração mineral, e não somente a evolução da arrecadação da compensação financeira que chega aos cofres do município de Congonhas, com o desenvolvimento social e econômico daquela região.

6.1.8.1. Primeira parte do oitavo encontro: O cálculo do valor limite do modelo logístico da evolução do CFEM

Conforme acordado com o grupo, nosso interesse foi estudar, através da hipótese de crescimento ou evolução do CFEM por meio de um modelo logístico, e calcular a capacidade suporte dessa evolução, e assim, construir um modelo matemático para retratar tal evolução.

Diante disso, os integrantes do projeto se agruparam “naturalmente” em torno do *notebook*, abrindo a pasta do grupo que continha os dados do CFEM recebidos pelo município de Congonhas dos anos de 2002 a 2010, bem como o gráfico de dispersão construído com os mesmos. A partir desse momento peço ao grupo para calcular o valor da capacidade suporte da curva, supostamente logística, da arrecadação do CFEM de Congonhas, assim como o fizemos para o problema fictício do crescimento da árvore apresentado pelo livro de modelagem matemática.

Tamires, João Vila, Isadora e Edu auxiliam diretamente Alair a construir a tabela no *Excel* e fazer a regressão linear entre os pontos $(y_i; \lambda_i)$, que representam a

⁶¹ Disponível na página eletrônica do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com endereço: www.pndu.org.br.

arrecadação y_i do CFEM e a taxa de crescimento λ_i do mesmo. Esta parte praticamente não precisou da minha intervenção, uma vez que os procedimentos que levaram o grupo a obter a taxa de crescimento relativo da arrecadação do CFEM, bem como da obtenção do gráfico de dispersão entre os pontos $(y_i; \lambda_i)$, eram desenvolvidos dentro de uma forma bem cooperativa pelo grupo, com as simulações sendo facilitadas pela parceria grupo de modelagem- tecnologias.

A seguir apresento a tabela e o gráfico de dispersão construídos pelo grupo:

TABELA 8

Arrecadação e crescimento relativo do CFEM de Congonhas

Ano (a partir de 2000)	Arrecadação (em milhões de reais)	Taxa de Crescimento Relativo
2	4,3	
3	4,52	0,051162791
4	5,04	0,115044248
5	5,88	0,166666667
6	6,45	0,096938776
7	8,25	0,279069767
8	13,2	0,6
9	18,43	0,396212121
10	22,54	0,223005969

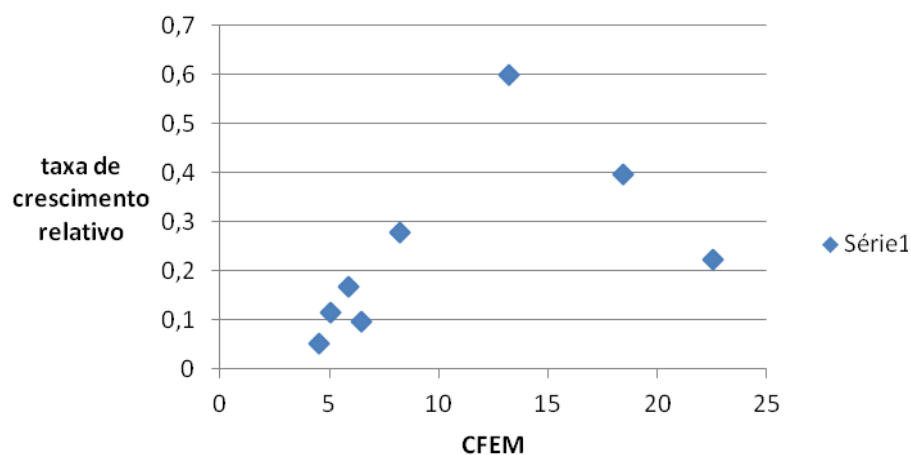


GRÁFICO 9: Gráfico de dispersão entre os pontos $(y_i; \lambda_i)$

Ao perceber que a taxa de crescimento relativo do CFEM λ_i não ficara decrescente, considerando todos os pontos do gráfico de dispersão, assim como no exemplo fictício da árvore desenvolvido pelo grupo no sétimo encontro, iniciei um diálogo com os integrantes. Minha intenção, naquele instante, foi dar voz aos participantes e, dessa forma, verificar como os mesmos analisariam essa “incongruência” entre o exemplo artificial da árvore, cujo gráfico de dispersão apresentava os pontos $(y_i; \lambda_i)$ alinhados, diferentemente dos dados explorados pelo grupo na investigação da evolução do CFEM do município de Congonhas.

Pesquisador: *O que está acontecendo com a taxa de crescimento relativo do CFEM?*

Tamires: *Tá variando, tem hora que cresce, tem hora que diminui.*

Pesquisador: *A dispersão vai ser péssima concordam?*

Tamires: *Sim, vai ser péssima, péssima (...).*

Pesquisador: *Então quais pontos nós podemos pegar, que vocês acham que vão passar uma reta?*

Tamires: *Os pontos de 2007 a 2010.*

João Vila: *Aqueles três pontos. (referindo-se aos três últimos pontos do gráfico de dispersão dos pontos $(y_i; \lambda_i)$).*

Alair: *Sim.*

Esta parte mostra que os integrantes do grupo procuravam, através do gráfico de dispersão, os pontos $(y_i; \lambda_i)$ que poderiam ser ajustados por uma reta decrescente, envolvendo-os na direção de uma compreensão acerca da necessidade de se escolher três, dentre os dez pontos visualizados no gráfico.

Esse momento, proporcionado pelo processo de construção do modelo logístico de crescimento do CFEM de Congonhas, mostrou-se propício para que eu verificasse, junto aos integrantes do projeto de modelagem, como os mesmos analisavam e interpretavam as incertezas matemáticas advindas da investigação por nós desenvolvida. Dessa forma, interessava-me compreender como o processo de matematização, desenvolvido no projeto, poderia auxiliar todo o grupo na ‘quebra’ da visão da matemática como um corpo de conhecimento perfeito, inquestionável e infalível, como geralmente esse campo de conhecimento é tratado nos currículos escolares (Borba, Skovsmose, 1997).

Diante dessa situação, procurei sustentar meus enunciados dentro dessa temática e, assim, entender como se constituíam e eram assimilados os enunciados dos demais integrantes do grupo frente a essa preocupação. Para isso, apoiei-me em Bakhtin (2000, p. 314), que sublinha que os enunciados são construídos dentro de um processo de “assimilação das palavras dos outros”.

A sequência do diálogo a seguir evidencia as respostas dos integrantes do grupo quando os enunciados do pesquisador eram construídos com essa intencionalidade.

Pesquisador: *Então vamos desprezar os outros pontos e pegar esses três. Porque vocês acham que aconteceu isso? No exemplo da árvore os pontos ficaram totalmente alinhados. Vejam aí no livro do Bassanezi.*

Tamires lê no livro: “A tabela 2.8 fornece os dados simulados”.

Pesquisador: *Então todos os exercícios do livro começam com dados simulados? Então todos vão dar certo!*

Alair: *São feitos para dar certo.*

Pesquisador: *Como nós estamos pegando dados reais nós temos que ajustar. Diferentemente do exemplo do livro, os dados não estão todos alinhados. Então vamos fazer a regressão só com os pontos de 2007 a 2010.*

Os integrantes do grupo ajustam e chegam ao resultado

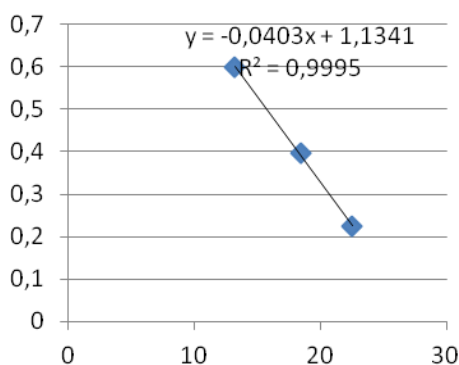


GRÁFICO 10: Regressão com os três pontos escolhidos

Pesquisador: *É igual eu falei, a situação real é diferente do livro. Vocês já viram uma situação aplicada na Matemática?*

Alair: *Na Matemática não, mas em Instrumentação (disciplina da técnica do curso de Mecânica) já vimos.*

Pesquisador: *Na Matemática, não?*

Alair: *Na matemática não.*

Pesquisador: *Nas áreas técnicas vocês mexem com simulação? Quando vocês lidam com dados reais as coisas não são tão diretas, tem que investigar mais...*

Alair: *Sim.*

Pesquisador: *Então vocês entenderam por que nós pegamos só os três pontos?*

Alair: *É porque eles estavam alinhados.*

João Vila: *Eles estavam numa reta.*

Pesquisador: *Quem vai fazer os cálculos lá no quadro?*

Sulamita: *Vai lá Edu, eu quero ver você lá!*

Edu vai ao quadro negro e os outros componentes ditam a equação da regressão linear obtida no Excel dos três pontos escolhidos:

$$\lambda = -0,0403x + 1,1341$$

(Equação 5)

Enquanto Edu escreve na lousa a equação, Tamires o auxilia para encontrar o valor da capacidade suporte **a** que supostamente a evolução do CFEM iria tender.

Tamires: *Coloca zero no lugar de Lambda (λ).*

Sulamita: *Tamires está ali dando aula para nós, está na coordenação.*

Edu coloca o valor de $\lambda = 0$ na equação $\lambda = -0,0403x + 1,1341$ e, auxiliado por Tamires e Isadora, chegam ao resultado de **28,14 14** (em milhões) para a capacidade suporte da equação da curva logística.

Pesquisador: *Esse valor aí é o que gente?*

Alair: *O y máximo.*

Edu: *É o valor que vai atingir o CFEM.*

Pesquisador: *Então está ótimo. Apesar dos municípios estarem brigando para aumentar ou ter um reconhecimento, Congonhas está recebendo uma quantia significativa, e a tendência é aumentar.*

Alair: *Bom, a gente tem que analisar que esses dados são para uma taxa de 2%, se a taxa passar para 4% vai aumentar muito.*

Pesquisador: *Vai aumentar, o que o Anastasia (Governador do Estado de Minas Gerais)...*

Tamires: *Que vai tirar aquela lei lá, para o minério pagar o ICMS. (Tamires se referia à lei Kandir)*

Pesquisador: *Se eles fizerem a revisão, porque está tendo um movimento das cidades mineradoras para conseguir um novo marco regulatório da mineração. O que é o marco regulatório? É, vai mudar a forma de cobrar o CFEM, de 2% para talvez 4%. Mas se a lei Kandir, por exemplo, for reformulada também, se os produtos primários básicos de exportação começarem a pagar o ICMS, um tributo a mais vai chegar às cidades.*

Alair: *Nós perdemos muito.*

Tamires: *É grande a perda, fica tirando...*

6.1.8.2. Segunda parte do oitavo encontro: construção do perfil socioeconômico das cidades do Alto Paraopeba

Como o interesse do projeto de modelagem foi investigar a relação da exploração mineral para o desenvolvimento da região do Alto Paraopeba, pareceu-me natural a necessidade do grupo de entender melhor essa temática, e não ficarmos concentrados exclusivamente na construção do modelo logístico para retratar a evolução dos *royalties* mineral.

Após a constatação feita pelo grupo de que a compensação financeira, ou os *royalties* minerais (CFEM) recebidos por qualquer cidade que abriga em seu território a exploração mineral, tem como objetivo auxiliar essas cidades para melhorar sua estrutura, proporcionando uma melhor qualidade de vida para a população local, o grupo decidiu investigar alguns indicadores socioeconômicos das cidades limítrofes de Congonhas.

Dessa forma, mesmo sabendo que a CFEM recebida por Congonhas, considerada a principal cidade mineradora da região, não representa um percentual destacado em relação às principais receitas orçamentárias da cidade, tínhamos como interesse também analisar a situação socioeconômica das cidades por nós investigada no início do projeto como Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Jeceaba, Belo Vale e Ouro Branco.

Na verdade, queríamos entender, através da evolução de alguns dos principais indicadores socioeconômicos daquelas cidades, como as mesmas se situavam. Dessa forma, visitamos o endereço eletrônico do Programa das Nações Unidas para o

Desenvolvimento (PNDU), através do documento denominado *Atlas do Desenvolvimento Humano*, que disponibilizava dentre outros, renda per capita, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice Gini, Longevidade e média de anos de estudo da população.

O IDH é um indicador criado pelo PNDU em 1990 e tem como objetivo avaliar as condições de vida de determinada população. Seu indicador varia de 0 a 1, dentro de três faixas: Alto desenvolvimento (superior a 0,8), médio desenvolvimento (de 0,5 a 0,799) e de baixo desenvolvimento (de 0 a 0,499)

Lá pudemos entender que o IDH é um índice que oferece um contraponto ao Produto Interno Bruto per capita, (PIB per capita), uma vez que ele leva em consideração componentes como a longevidade e grau de escolarização da população, e não somente a soma das riquezas dos bens produzidos no município como o PIB. Já o Índice Gini mede o grau de desigualdade existente na distribuição de renda da população. Ele varia de 0 (zero) a 1 (um), com o índice 0 (zero) representando uma igualdade na distribuição de renda, e o 1 (um) representando uma desigualdade máxima da distribuição de renda na população.

Dessa forma sugeri ao grupo para que construísse uma tabela com o perfil socioeconômico da população das cidades, utilizando quatro índices⁶²: média dos anos de estudo, renda per capita, Índice Gini, Renda apropriada dos 20% da população considerada mais pobre, e dos 20% da população considerada mais rica, e do IDH de cada município. Devo destacar que sugeri, inicialmente, para cada componente do grupo ficar responsável pela construção do perfil de uma determinada cidade. Entretanto, eles resolveram continuar desenvolvendo suas ações de forma coletiva, mostrando que o estabelecimento das ações e interações evoluía através do fortalecimento dessa unidade.

Assim, o grupo construiu a seguinte tabela com o perfil das cidades:

⁶² Os dados disponibilizados pelo PNDU na época, maio de 2011, eram relativos aos anos das pesquisas consolidadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que foram 1991 e 2000.

TABELA 9
Perfil das Cidades do Alto Paraopeba

Cidade	Média de anos de escolarização		Renda per capita (em reais)		Índice Gini		Percentual de Renda apropriada dos 20% + pobres e dos 20% + ricos				IDH	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991		2000		1991	2000
Congonhas	5	5.9	181.50	221.16	0.56	0.53	3.3	59.3	3	56.9	0.701	0.788
Conselheiro Lafaiete	5.5	6.4	185.3	258.2	0.54	0.53	3.4	58.6	3.1	56.9	0.745	0.793
Entre Rios	3.6	4.6	100.10	182.50	0.56	0.56	2.9	60.7	3.3	62.5	0.665	0.744
Jeceaba	3	4.2	94.40	146.80	0.47	0.5	4.4	52	3.3	55.2	0.629	0.732
Belo Vale	3.3	4.9	93.60	157	0.47	0.5	4.2	51.8	3.9	55.7	0.637	0.733
Ouro Branco	5.4	5.4	249.80	288.81	0.54	0.54	2.6	57.3	3	58.2	0.744	0.810

Fonte: Atlas do Desenvolvimento do Brasil.

O grupo pode assim compreender que, se historicamente a região se desenvolveu quase que exclusivamente através da, e pela indústria da mineração, o retorno dessa exploração pode ser contestado, uma vez que a própria cidade de Congonhas, considerada a maior e principal cidade mineradora da região, ainda não consolidou uma estrutura capaz de levar os benefícios sociais e econômicos de forma significativa para sua população. Isso auxiliou o grupo a ampliar o entendimento da razão da luta da Associação dos prefeitos das cidades mineradoras do Brasil (AMIB), presidida pelo então prefeito da cidade de Congonhas, para um processo de revisão e construção de um novo marco regulatório mineral. Ficou claro que nossa riqueza mineral, apesar de encabeçar a pauta de exportação de nosso estado (Minas Gerais) e país, continua sendo utilizada na manutenção e enriquecimento de outros países, em detrimento do nosso próprio desenvolvimento.

Foi assim que fortaleceu a ideia do grupo mostrar os resultados do projeto de modelagem, ao final do mesmo, para a comunidade do Instituto Federal de Congonhas, e promover um debate com as principais lideranças políticas da região do Alto Paraopeba, como os prefeitos das cidades ou os representantes do Consórcio para o Desenvolvimento do Alto Paraopeba (CODAP).

Dessa forma, via o potencial do projeto contribuir para que as portas da escola se abrissem para a realização de um debate que envolvesse a temática da relação da exploração mineral e o desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba junto à comunidade mais extensa. Como apontou Paulo Freire (1975, p.60), uma sociedade

deve ser educada para conhecer, compreender, debater e se comprometer com os “temas da sua época”. O interesse estava em favorecer o desenvolvimento de uma conscientização e visão política de toda a comunidade do Instituto, principalmente na direção da promoção da uma compreensão da necessidade de que a sociedade pode e deve participar dos “temas próprios de sua época”, temas de cunho social, econômico e político. Dessa forma, visava a criação de um espaço de debates na escola para favorecer reflexões pertinentes ao que Freire (1975) aponta em sua obra: uma sociedade não deve operar dobrada sobre si mesma.

Não é sem razão que Giroux (1986, p.57) sublinha que o espaço escolar deve ser construído dentro de uma arena que possibilite às pessoas analisarem as “rupturas e tensões” do mundo em que vivem. A Educação Matemática Crítica também defende a construção desses espaços, uma vez que entende que o ensino da matemática também pode ser desenvolvido dentro dessa proposta dialógica e dialética de analisar a sociedade de sua época e refletir na forma como ela poderia ser.

O projeto de modelagem desenvolvia dentro dessa perspectiva crítica e apontava para a possibilidade de termos essa nova experiência. Dessa forma, nossa preocupação não se restringia à construção do modelo matemático que retratasse a evolução do CFEM do município de Congonhas, mas, sobretudo, buscava o entendimento da complexa dinâmica da exploração mineral da região. Isso nos permitiu concluir que essa compensação financeira era apenas simbólica, fato esse que deveria estar na pauta do debate que vislumbrávamos fazer com a sociedade e as lideranças políticas da região do Alto Paraopeba.

6.1.9. Nono encontro (11 de maio de 2011): a escola vista como uma “esfera pública”

Neste encontro compareceram Alair, Edu, Isadora, João Vila e Tamires. Ele foi marcado por dois momentos: o primeiro constituiu-se através da leitura, interpretação e debate de uma matéria do jornal Estado de Minas intitulada “Direito às riquezas naturais” de Gonçalves (2011)⁶³, dentro da qual o autor apoiava a revisão e a construção de um novo marco regulatório mineral para o Brasil, principalmente para corrigir um histórico de anos e anos de equívocos, e submissão associada à exploração predatória do

⁶³ Artigo no Anexo I.

nosso subsolo. Já o segundo momento constitui-se pela retomada, pelo grupo, do processo de matematização que envolveu a construção da função que representou o crescimento logístico da arrecadação do CFEM do município de Congonhas.

6.1.9.1. Primeiro momento do nono encontro: o debate em torno da matéria “Direito às riquezas naturais”

Conforme já mencionado, a revisão dos royalties mineral ganhava espaço principalmente na mídia do estado de Minas Gerais. Dessa maneira, a verificação, o acompanhamento e a leitura do tema através dos principais jornais de circulação da região se tornavam uma prática do grupo de modelagem.

Lemos e discutimos a reportagem do Jornal Estado de Minas⁶⁴, que sublinhava a questão do direito da população do estado às suas riquezas naturais, destacando o minério de ferro. No texto, o autor analisa historicamente como a exploração mineral no estado foi evoluindo desde o século XVIII, com a exploração do ouro na época do Brasil Colônia, até os dias atuais, com o próprio minério de ferro.

Para Gonçalves (2011), a questão da revisão do percentual dos *royalties* mineral e a implantação de um novo marco que regulamentaria a exploração mineral em nosso país visam, antes de tudo, corrigir uma grande injustiça, denunciada outrora pelos inconfidentes⁶⁵, que é a necessidade de se utilizar as riquezas do subsolo de Minas Gerais e do Brasil para financiar o desenvolvimento de nosso próprio país. O autor compara o século XVIII, época em que a região de Minas surgia como uma promissora região econômica do império colonial de Portugal devido à exploração aurífera, exploração essa utilizada para enriquecer Portugal, com os tempos atuais. De forma semelhante à época do Brasil colônia, em tempos atuais, o mineral que deixa o nosso

⁶⁴ GONÇALVES, P. S. Direito às riquezas naturais. *Estado de Minas*, Belo Horizonte, 30 abr. 2011. Caderno Opinião, p. (?)

⁶⁵ Inconfidentes era a denominação dada a um grupo de pessoas, composta por pequenos negociantes, mineiros de pequeno porte, artesões que, no período colonial, nas palavras de Melo e Souza (1994, p. 78), representavam uma camada intermediária social ou um “embrião de uma burguesia urbana”. Foi da posição de enfrentamento ao poder metropolitano de Portugal, protagonizado por esse grupo, denunciando a contradição entre a opulência do ouro e a miséria imprimida à população das Minas Gerais, que se viu desenvolver a primeira manifestação de Independência ante a Metrópole, denominada Inconfidência Mineira. A figura do inconfidente Joaquim José da Silva Xavier, mais conhecido como Tiradentes, tem um espaço destacado nesse período, principalmente por liderar um movimento que tinha em sua base a “negação do estatuto colonial.” Não é sem razão que “Tiradentes se referia às Minas como um “lugar desgraçado, porque, tirando-se dele tanto ouro e diamantes, nada lhe ficava, tudo saía, e os pobres filhos da América, sempre famintos, e sem nada de seu”.” (MELLO E SOUZA, 1994, p. 79).

país para auxiliar o desenvolvimento de outros países trocou de nome, agora é o minério de ferro, carro chefe das exportações do Estado de Minas Gerais e também do Brasil.

Parafrazeando Mello e Souza (1994, p.76), se “o caráter ilusório” da riqueza gerada pela extração do ouro fora outrora denunciado pelos inconfidentes, hoje ainda se faz valer esse sentimento de espoliação de nossa riqueza mineral, especificamente do minério de ferro, uma vez que ele deveria promover o nosso próprio desenvolvimento. Não é sem razão que Gonçalves (2011) se apoia em um estudo elaborado pelo Congresso Nacional, em que compara o número de empregos que deixam de ser gerados quando o minério de ferro não é beneficiado em nosso país. O autor destaca que, para cada tonelada de ferro beneficiada, são gerados, diretamente, 4 mil empregos no Brasil. Entretanto, se a mesma quantidade for exportada de forma bruta, são gerados, diretamente, em média, cerca de 100 empregos. O estudo efetivado pelo congresso mostrou que no ano de 2008 foram exportadas 280 mil toneladas de minério em sua forma bruta, o que implicou na não geração de 680 mil novos empregos em nosso país.

Cabe destacar que a leitura desse texto também auxiliou o grupo a ampliar a compreensão do processo histórico de exploração do subsolo nacional, de sua relação com os processos de espoliação social e econômica decorrentes dessa realidade. Além disso, o texto destacou a importância de se completar o sonho de Tiradentes de se fazer prevalecer o sentimento de nação, de estado e do desenvolvimento da cidadania com a devida justiça. Uma compreensão acerca das similaridades da “pseudo” opulência advinda da exploração mineral, marcados desde o período colonial até os dias atuais, vinha sendo objeto de análise no projeto e auxiliava o grupo a entender a temática da exploração mineral no estado e no país dentro de uma perspectiva histórica.

Devo destacar que a leitura do texto também suscitou um debate entre os integrantes do grupo para um importante subtema associado à questão da exploração mineral. Trata-se de sua estreita relação com a questão da degradação do meio ambiente, um problema grave que nem mesmo um aumento do percentual da compensação financeira dos *royalties* do minério consegue reparar. Impactos ambientais de grandes proporções provocados por esta atividade, muitas vezes irreversíveis, como a perda de áreas verdes, bem como a de mananciais de água existentes nas áreas que abrigam a atividade de exploração mineral, foram lembrados pelos componentes do grupo e se tornaram objetos de análise.

Dentro dessa reflexão o grupo lembrou que a população do município de Congonhas estava sendo consultada, por meio de um plebiscito, sobre a questão da

possibilidade da perda de uma importante área de preservação ambiental da Serra da Casa de Pedra, denominada de Morro do Engenho, em favor do avanço e ampliação da atividade mineradora na região.

O plebiscito, que era fruto de um projeto de iniciativa popular do município de Congonhas, visava à conscientização da população para a importância da preservação de uma importante reserva ambiental que abriga diversos mananciais de água, que respondem pelo abastecimento da metade da demanda da cidade. Além disso, a Serra do Engenho emoldura aquela que é considerada uma das obras barrocas mais importantes do Brasil e do mundo: trata-se do Conjunto Arquitetônico da Basílica do Senhor Bom Jesus de Matozinhos. Conjunto construído nos séculos XVIII e XIX, que abriga no adro da basílica 12 profetas, esculpidos em pedra-sabão, pelo mestre artesão Aleijadinho (Antonio Francisco Lisboa), seis capelas contendo 64 imagens talhadas em cedro pelo artesão e pinturas assinadas pelo mestre Ataíde.

Congonhas é considerada uma cidade histórica, pois abriga um conjunto arquitetônico reconhecido e tombado pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) no ano de 1939, e, da mesma forma, como patrimônio mundial pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) desde 1985.

Cabe ainda destacar que, se a população decidir pelo avanço das mineradoras sobre uma área de preservação ambiental, que responde pelo abastecimento de água na cidade, também estará optando, indiretamente, pela iminência da perda do selo de patrimônio da humanidade, conferido ao Santuário de Congonhas, cidade mundialmente reconhecida por abrigar um dos maiores tesouros da arte barroca, considerado único no Brasil. Dessa forma, o debate levou o grupo a contestar uma possível opção pelo fortalecimento da indústria ligada à mineração, principalmente por inibir um processo que culminaria com o desenvolvimento de outras áreas potencialmente importantes para alavancar a economia da cidade, como a exploração do próprio potencial turístico que a “cidade” tanto relegou.

O ato de arranhar a memória barroca da cidade, trazer desconfortos para a população, em nome de uma exploração degradante, foi assim contestado pelos participantes do projeto durante as discussões:

João Vila: *Eu acho que tirar a parte da serra é tirar um pouco da imagem de Congonhas, vai trazer mais poeira (...).*

Tamires: *Eu não acho que deve desapropriar a serra não! Olhando pelo lado do emprego, até que ia gerar mais, mas vai tirar um bem natural, para ficar sem ele, e ficar sem um monte de empregos também (após o término da exploração). Então é melhor deixar a serra lá, preservar a natureza.*

Cabe destacar que o projeto de modelagem se desenvolvia dentro de uma proposta educativa ampla, associada ao desenvolvimento do olhar político para uma ampliação acerca das complexidades que permeiam a realidade histórica da exploração mineral no município de Congonhas e adjacências.

Segundo Freire (2007, p.25), “muito do que nós somos guarda algo que foi e que nos chega pela continuidade histórica de que não podemos escapar, mas sobre que podemos trabalhar, e pelas marcas culturais que herdamos”.

Foi com essa preocupação em desenvolver uma tonalidade política que o trabalho de modelagem do grupo evoluía, alimentando nosso desejo de promover um debate com as lideranças políticas da região em conjunto com a comunidade de todo o Instituto. A ideia era mostrar e ampliar as discussões acerca do tema e do trabalho desenvolvido no projeto pelo grupo de modelagem.

As palavras de Alair mostram um pouco dessa vontade que ganhava espaço e vitalidade a cada encontro:

É aí que dá para nós estruturarmos nossa apresentação. Acho que a gente deveria expor, por exemplo, para os governantes, quais são os problemas que a gente está enfrentando, o que está acontecendo, o que a gente prevê o que vai acontecer com a cidade. A partir disso, a gente mostra para eles a taxa do CEFEM que é cobrada, e quanto as empresas pagam pelo CFEM. Aí, eles poderiam ver que, o que elas pagam, não é suficiente para arcar com os custos dessa extração para a população.

Na sequência, apresento num primeiro momento, o diálogo na íntegra desenvolvido pelo grupo após a leitura do texto “Direito às riquezas naturais” e, em seguida, construo uma análise relacionando elementos presentes nos discursos com as ideias defendidas pela educação (matemática) crítica.

6.1.9.2. O debate do grupo

Pesquisador: *E aí gente? Gostaram do texto?*

Alair: *Foi bacana.*

Pesquisador: *Isto foi logo depois que a Presidenta Dilma foi a Ouro Preto (21/04/2011) no dia de Tiradentes. Ela recebeu uma comenda do prefeito de Ouro Preto e também esteve em uma reunião com os políticos da região que forçavam a intermediação dela em defesa do novo marco regulatório; para aumentar os royalties (...). O que isto tem a ver com o nosso estudo?*

Alair: *A primeira coisa é a arrecadação, são empregos que a gente deixa de gerar por conta da mineração...*

Tamires: *os impactos ambientais...*

Pesquisador: *É! Isso é uma questão que a gente ainda não discutiu, mas que tem muito. Saiu aqui no jornal “Hoje em dia” que eles estão querendo tirar a preservação da serra, como ela chama mesmo?*

Alair: *Casa de Pedra.*

Pesquisador: *A parte de trás dela está toda oca, e a parte preservada dá de frente para a cidade, tem até um pôster dos profetas com a serra no fundo. Mas a mineradora FERRUS quer explorar lá, o que vocês acham?*

Tamires: *Não acho vantagem não!*

Pesquisador: *Por quê?*

Tamires: *Porque olhando pelo lado do emprego, até ia gerar mais, mas como não beneficia aqui, vai tirar um bem natural, para ficar sem ele, e ficar sem um monte de emprego também. Então é melhor deixá-la quieta lá, pelo menos preserva a natureza.*

Pesquisador: *E você Edu? Você viu a reportagem? Vamos ver se a gente consegue o jornal. Dizem que os vereadores já estão votando para ver se vai ou não desapropriar. O que vocês acham disso?*

João Vila: *Eu discordo. Eu acho que já estão tirando a parte de fora da Serra, e se tirar a parte de frente da Serra é tirar um pouco da imagem de Congonhas; e trazer mais poeira também. A poeira que vem é só uma parte...*

Pesquisador: *Vocês já visitaram a Serra?*

Edu: *Indo para Belo Vale dá para ver. Tem um vale que criou ali, é tudo oco. Dá para você ver uma parte dela que está preservada ainda, mas a parte de trás dela está toda comida. É caminhão para todo lado.*

Tamires: *Apesar de eu ser contra, eu tenho certeza que vai ser aprovado.*

Pesquisador: *Por quê?*

Tamires: *Ah, envolve muito dinheiro, e quando envolve muito dinheiro de uma empresa ou de uma grande corporação é muito difícil...*

Pesquisador: *É! Eu conversei com o Lawrence (professor de Geografia do IFMG) e ele falou que está entrando capital chinês, japonês... e até também mencionou que está tendo denúncia de vereadores que estão sendo corrompidos para votar a favor...*

Alair: *Estão sim! A população de Congonhas está comentando isso, já que os vereadores estão tendo proposta para aprovarem.*

Pesquisador: *Eu acho que isso a população tem que saber, porque as próximas gerações podem ser afetadas. Igual o texto falou, cada mil toneladas de minérios explorados geram apenas 100 empregos aqui. O mais interessante seria explorar menos e brigar para trazer outras indústrias para cá, que causam menos impacto.*

O texto falou do sentimento de nação não é, que Tiradentes brigou para se estabelecer, e que a riqueza proporcionada pela exploração do ouro no período da colônia ficasse aqui. Parece que a história está se repetindo agora com o minério, não é?

Tamires: *Sim.*

Pesquisador: *Então era isso que nós poderíamos debater aqui. Eu gostaria que vocês trouxessem ao final do projeto um representante de cada cidade que a gente está estudando. Nós poderíamos debater essas questões e ver a opinião deles. Por exemplo, uma coisa que é bem atual é a briga dos municípios não produtores para receberem os royalties do petróleo. Então é plausível que se aumentar o percentual dos royalties do minério os municípios do entorno, que também são afetados pelo impacto ambiental, também comecem a querer parte desses royalties.*

Edu: *Mas por que as outras cidades de fora estão querendo receber?*

Pesquisador: *É igual ao petróleo, você não viu lá no FINBRA que todas as cidades recebem uma cota parte do petróleo. O petróleo é um bem nacional, e não somente daquela comunidade de onde é retirado.*

Edu: *Mas o royalty não é para tentar amenizar os danos? Mas não tem dano em outro lugar!*

Tamires: *Sabe de uma coisa que eu estava pensando, que me veio na cabeça agora? Lafaiete não cresceria muito com esse aumento do CFEM porque lá não tem extração de minério de ferro. Mas olhando por outro lado, Lafaiete é bem afetada pelo minério também. Porque praticamente ninguém fica em Congonhas, fica em Lafaiete, vem trabalhar aqui.*

Pesquisador: *É o entorno, a exploração mineral afeta todo o entorno, e que por isso deveriam receber parte do CFEM. Isso dá “pano para manga”, dá uma boa discussão. Se você, Edu, fosse prefeito de uma cidade, você queria receber o royalty do petróleo do Pré-sal? O Brasil agora pode entrar até para a OPEP⁶⁶.*

Tamires: *Eu queria!*

Edu: *Se tivesse na minha cidade eu queria, mas...*

Pesquisador: *Mas o petróleo não é um bem nacional?*

Edu: *Fazer o quê? Mas não é da minha cidade, qual o objetivo dos royalties?*

Pesquisador: *O CFEM é compensação financeira, agora o royalty do minério...*

Edu: *Aqui no texto falou da questão do meio ambiente, mas se for para o desenvolvimento em geral, as cidades próximas teriam que receber sim, mas agora todas não!*

Pesquisador: *É, eu acho que o minério degrada mais...*

Alair: *Sem dúvida!*

Pesquisador: *Você mesmo falou Edu que lá em Belo Vale, lá atrás da serra tem uma cova. Eu acho que a compensação tem que ser maior porque o dano ambiental do minério é maior que a do petróleo, afeta os mananciais de água. Tem até um estudo que fala que o quadrilátero ferrífero poderia se chamar quadrilátero aquífero, pois onde há minério, há água...*

Tamires: *Nossa! Na extração do minério você tem que bombear água do subsolo, é muita água que é jogada fora. Eles falam que aproveitam, mas não aproveitam tudo que dá para aproveitar não.*

Pesquisador: *Agora outra coisa: se trouxessem esse debate para as escolas, igual nós estamos fazendo aqui, se isso fosse uma coisa natural, acho que futuramente as pessoas iam participar mais dos problemas da cidade.*

Isadora: *Sim*

Pesquisador: *Eu não vejo ninguém da cidade comentado isso, o que vocês acham?*

Edu: *É puro comodismo.*

Tamires: *Bem, é porque o povo não enxerga o lado ruim, enxerga o lado bom, eles falam que tá trazendo emprego, realmente traz, mas não podemos negar que grande parte da população agora depende das mineradoras. Se não for por elas...*

Pesquisador: *Uma visão muito imediatista não é?*

⁶⁶ Organização dos Países Exportadores de Petróleo.

Tamires: *É! Por enquanto está trazendo, e quando acabar? Ninguém pensa, ou quase ninguém pensa.*

Pesquisador: *Eu acho interessante as pessoas poderem participar das decisões da localidade, por exemplo, eu acho que as escolas tinham que...*

Edu: *É a cultura do Brasil, da forma de não se preocupar com as questões políticas e sociais...*

Tamires: *Isso é o Brasil!*

Pesquisador: *E vocês topam de a gente fazer um grande debate com os representantes dessas cidades, de colocar isso, o que a gente está estudando, mostrar isso inclusive para a comunidade do Instituto? Para falar a verdade, meu grande interesse era esse, além de estudarmos também algumas coisas novas. Vocês viram que a maior parte das cidades do Brasil são dependentes do Fundo de Participação Municipal, você mesmo falou Alair.*

Edu: *Aqui em Congonhas a gente podia tratar de outros assuntos, com um pouco de ênfase na estrutura da cidade. Por que na Praia (um bairro de Congonhas), um pouco abaixo aqui, eles iam construir um Shopping lá, e foi embargado.*

Pesquisador: *E era bom para a cidade isso?*

Edu: *Muito!*

Alair: *Lafaiete está ficando atrás de Congonhas só por conta do mercado, por que as indústrias estão concentradas aqui, a única coisa que aqui fica devendo é na questão do comércio.*

Pesquisador: *A gente viu, não é, que a população de lá é mais que o dobro da de Congonhas.*

Tamires: *É engraçado que Congonhas fica para trás de um comércio que não é muito bom, porque o de Lafaiete não é essa maravilha também não.*

Alair: *Mas tem variedade.*

Tamires: *Mas é bem elitista, o comércio de Lafaiete, se você parar para pensar é muito caro, se depender do que você for fazer, compensa muito mais você parar em Belo Horizonte, mesmo gastando gasolina. Mas é considerado um mercado muito bom da região, mas não é assim...*

No diálogo retratado acima é possível relacionar elementos presentes nos discursos proferidos pelo grupo a algumas ideias defendidas pela pedagogia crítica, e que são, de forma semelhante, condizentes com as preocupações da Educação

Matemática Crítica apontadas por Skovsmose (2007). Dentre estas, destaco a proposta de conferir ao espaço escolar uma arena importante para se debater questões pertinentes à realidade sociocultural e política da própria comunidade escolar, bem como de suas relações com a sociedade mais ampla. Giroux (1986) defende que a pedagogia crítica parte do pressuposto de que estes espaços possibilitam estabelecer uma diferenciação entre escolarização e educação. Para o autor, o entendimento de escolarização, historicamente, está ligado a uma forma de estabelecer e propiciar um conhecimento especializado, principalmente na direção de promover certas habilidades consideradas necessárias para que educandos e educandas se adentrem ao mundo do trabalho, o que é erroneamente interpretado como o principal aporte para se obter a cidadania. Giroux (1986) defende que uma educação, para além de se preocupar com formas de aprendizagem e conhecimento disciplinares, deve carregar dentro de si um “foco político”, principalmente no sentido de favorecer o crescimento intelectual dos grupos envolvidos nas análises das “condições sociais, políticas e econômicas que caracterizam determinada sociedade, e das restrições que elas promovem” (GIROUX, 1986, p.309).

O autor traz uma importante análise da forma como compreende que esses espaços escolares educacionais podem operar, principalmente, se junto desses há a intenção de auxiliar o desenvolvimento da cultura de um discurso crítico. Segundo o autor, espaços escolares delineados com esta intencionalidade podem se aproximar de uma “esfera pública”, tal como discutido por Habermas (1974, apud Giroux, 1986, p. 158).

O conceito de esfera pública está relacionado com o desenvolvimento de um espaço de discussão dentro do qual há o interesse coletivo de promover, de forma combinada, a capacidade de (re) leitura do mundo, da práxis transformadora e, portanto, da cidadania consciente. Dentro dessa perspectiva, tais ambientes visam estabelecer um compromisso ético e político, de auxiliar tanto o desenvolvimento do pensamento dialético na forma de compreensão do mundo (ADORNO, 1975), bem como na possibilidade de sua transformação (FREIRE, 1975). Giroux (1986) esclarece que a esfera pública deve ser interpretada como:

[...] um ponto de reunião e um referente teórico para se entender a natureza da sociedade atual e a necessidade de se criar cidadãos criticamente informados que possam lutar por estruturas fundamentalmente novas na organização pública da experiência. A esfera pública representa, em parte, as mediações e instituições ideológicas que os grupos oprimidos devem lutar para desenvolver, a fim de reivindicar suas próprias

experiências e as possibilidades de mudança social (GIROUX, 1986, p.158).

Concordo com o autor de que uma pedagogia que realmente demonstra o interesse de carregar o selo da criticidade deve voltar-se para a defesa de uma educação com ideais que se alinham com a construção de espaços escolares que possam ser traduzidos como esfera pública. Espaços, dentro dos quais a “leitura” do mundo possa ser um veículo para “demonstrar que a educação tem implicações mais amplas do que a criação de uma força de trabalho educada e qualificada” (GIROUX, 1986, p. 159). Cabe salientar que a busca da ampliação ou releitura do mundo possibilita pensar no desenvolvimento de condições ideológicas e materiais que visam promover uma verdadeira cidadania, principalmente quando há o interesse de criar oportunidades para que os homens e mulheres ampliem sua percepção de mundo e, ao mesmo tempo, proporcione-lhes condições para uma ação positiva voltada para o que Freire (1975) denomina de *práxis* transformadora.

Acredito que é dentro desse interesse que um ambiente investigativo de matemática pode aproximar-se de um ambiente com pretensões de receber o selo de “esfera pública” ou, conforme compreendo, de constituir-se em um ambiente de Educação Matemática que promova uma matematização de forma eminentemente crítica.

Buscando esta intencionalidade, sugeri ao grupo ampliar o escopo de discussão acerca do entendimento das questões associadas com o tema da mineração, convidando os prefeitos das cidades. A ideia era promover um grande debate junto à comunidade do Instituto. Dessa forma, via a possibilidade desse ambiente ser enriquecido pela oportunidade do grupo, em conjunto com a comunidade escolar, dialogar e ter a experiência de participar, conjuntamente com as lideranças políticas da região, de suas visões, bem como da atuação dos mesmos nos processos políticos e decisórios que impingem a constituição da sociedade local. Com isso, vislumbrava, da mesma forma, que o entendimento das questões discutidas até então no projeto pudesse ganhar novos contornos, principalmente àquelas relacionadas com o iminente movimento das cidades mineradoras pela constituição de um novo marco regulatório da mineração, com os processos contraditórios que associam a mineração à degradação ambiental que afeta as cidades e seu entorno, bem como da consulta à população, via plebiscito, sobre a decisão política da câmara de vereadores de Congonhas pela manutenção ou não da preservação da Serra da Casa de Pedra.

Para além de mostrar para a comunidade a forma como evoluía o crescimento do CFEM, via modelo matemático, acreditava e incentiva o grupo a ter a experiência de construir e adentrar num ambiente que pudesse ter a intenção de promover o gérmen de uma possível cultura do discurso crítico.

Destaco que não acredito que momentos pontuais como estes possam estabelecer esta cultura. Entretanto, reforço que tais momentos podem contribuir e revelar sua importância para o ideal de se fazer com que a mesma se constitua de uma forma mais regular e com uma configuração interdisciplinar, principalmente se os esforços para o desenvolvimento dessa cultura envolver a adesão e a participação de um conjunto maior de alunos e professores. Desafiar o “discurso escolar” contemplando um viés político no interesse de promover uma cultura do discurso crítico carrega o interesse de contribuir para a mudança da percepção das pessoas acerca de suas relações com e no mundo, e com suas realidades, tal como destaca Freire (1975, 2003).

No momento em que os indivíduos, atuando e refletindo, são capazes de perceber o condicionamento de sua percepção pela estrutura em que se encontram, sua percepção muda, embora isto não signifique, ainda a mudança da estrutura. Mas a mudança da percepção da realidade, que antes era vista como algo imutável, significa para os indivíduos vê-la como realmente é: uma realidade histórico-cultural, humana, criada pelos homens que pode ser transformada por eles. (FREIRE, 2003, p. 50).

Se uma das preocupações da Educação Matemática Crítica, conforme sublinhou Skovsmose (2007), está relacionada com o interesse de dar suporte ao desenvolvimento da cidadania crítica às pessoas, entendo que a mesma pode ser potencializada quando uma concepção de educação está alinhada com a afirmação de Paulo Freire de que ela não vem sem o “exercício de reflexão dos indivíduos sobre sua ação, sobre sua própria percepção que possam ter da realidade” (FREIRE, 2003, p.50).

Ao propor aos componentes do grupo a construção de um debate envolvendo professores e a comunidade escolar, queria entender como os mesmos interpretavam mais essa difícil tarefa, tão negligenciada pelo discurso e currículo tradicionalmente estabelecido nas escolas. Não é sem razão que, apesar dos componentes do grupo discutirem de forma bastante significativa os temas advindos do projeto, principalmente aqueles que repercutiam e se mostravam diretamente relacionados com a realidade de suas cidades, apenas Alair e Edu se manifestaram abertamente, e de uma forma

afirmativa sobre esse convite. Edu se posicionou neste nono encontro e Alair no décimo encontro.

Foi no momento das discussões que Edu, ao responder ao convite da estruturação do debate, posicionou-se: *“Aqui em Congonhas a gente podia tratar de outros assuntos, com um pouco de ênfase na estrutura da cidade. Por que na Praia (um bairro de Congonhas), um pouco abaixo aqui, eles iam construir um Shopping lá, e foi embargado.”* Já a manifestação de Alair se deu no décimo encontro, quando o grupo avaliava a participação do CFEM no orçamento municipal, bem como de sua relação com o processo de reestruturação das cidades, principalmente da forma com que legalmente deveria ser utilizado para reparação dos danos ambientais e na promoção de um maior desenvolvimento nas cidades mineradoras. Alair assim destacou:

É aí que já dá para a gente estruturar nossa apresentação, acho que a gente deveria propor, por exemplo, para os governantes, quais são os problemas que a gente está enfrentando, o que está acontecendo, o que a gente prevê, o que vai acontecer com a cidade, e a partir disso, mostrar para eles a taxa que é cobrada, quanto que as empresas pagam pelo CFEM e quanto que deveria ser cobrado, por exemplo, para eles verem que o que as empresas pagam não é suficiente para arcar com os custos dessa extração para a população.

Não tenho elementos para concluir que os outros componentes do grupo eram favoráveis ou estavam abertos a essa proposta de proporcionar um debate no Instituto, bem como incluir neste a presença dos políticos e prefeitos das cidades. Entretanto, posso inferir que tal proposta se consubstanciava como mais um desafio ao grupo, uma vez que a mesma traz a difícil tarefa de conferir às escolas seu potencial de configurar-se como uma “esfera pública”, tal como destacado por Giroux (1986).

Segundo Giroux (1986), historicamente a noção de esfera pública surgiu através da mobilização e construção de espaços ideológicos da classe burguesa no século XVII, período no qual o capitalismo dava seus passos iniciais. A função desses espaços era de possibilitar uma mediação entre as decisões políticas, entre o estado absolutista e as mudanças propostas por uma classe que lutava para se estabelecer numa nova organização social. Sua preocupação central era “a organização da experiência humana de forma a possibilitar a indivíduos a formulação de interpretações da realidade social de forma crítica e emancipatória” (Giroux, 1987, p.305).

O autor defende que encarar as escolas como esfera pública está associado na busca da construção do espaço escolar como um local democrático dentro dos quais os estudantes “aprendem o discurso da associação pública e da responsabilidade social” (GIROUX, 1997, p.28).

Para Giroux (1997), a construção do desenvolvimento do discurso democrático nas escolas que se operam como esferas públicas apontam para um duplo esforço. O primeiro se alinha com o fortalecimento pedagógico dos professores, na medida em que possam desenvolver uma concepção de educação que os auxiliem a não se limitarem a reproduzir práticas pedagógicas que se apoiam puramente numa concepção instrumental de educação. O segundo esforço se relaciona com a construção de formas de investigação que possibilitam professores e alunos a “lutarem contra formas de opressão na sociedade mais ampla”. (GIROUX, 1997, p.29).

Após a discussão do texto, combinamos de retomar o processo de construção do modelo matemático, uma vez que até então, tínhamos calculado o valor da capacidade suporte do modelo logístico do crescimento do CFEM. Dessa forma, nos debruçaríamos no processo de matematização que incluía a obtenção das constantes da equação (1) discutida no sétimo encontro.

6.1.9.3. Segundo momento do nono encontro: a construção do modelo matemático para o crescimento logístico da árvore

Neste segundo momento do nono encontro tratamos de dar prosseguimento ao processo de matematização da evolução do CFEM de Congonhas. Da equação logística

$$y = \frac{a}{1+b.e^{-\lambda x}}$$

(Equação 6)

utilizada para retratar a situação por nós explorada, determinamos no sétimo encontro o valor da capacidade suporte a , ou o valor que a arrecadação do CFEM, por hipótese tenderia. Dessa forma daríamos início ao processo de investigação que culminaria com a determinação das constantes b e λ .

Entretanto, após o grupo consultar o livro de Bassanezi (2004) e estudar os procedimentos utilizados pelo autor para encontrar as constantes do modelo matemático

representado pela curva logística, verificamos que havia a necessidade de retornarmos ao problema fictício do crescimento da árvore iniciado no sétimo encontro. Essa decisão foi motivada em virtude de que uma nova variável, denominada de Z , deveria ser utilizada para que uma regressão linear entre os pontos (x_i, z_i) fosse desenvolvida. Com essa regressão era possível encontrar, através da equação da curva de regressão, as constantes b e λ da equação logística.

Conforme pudemos verificar, a variável z deveria ser construída da seguinte forma:

$$z = \ln\left(\frac{\frac{y}{a}}{1-\frac{y}{a}}\right)$$

(Equação 7)

Essa parte precisou de um auxílio maior da minha parte, uma vez que o desenvolvimento da equação (7) não fora elucidado no livro de Bassanezi. Dessa forma, fui ao quadro e utilizei uma combinação entre a equação (7) e equação da curva logística (6), para chegar à seguinte equação linear entre as variáveis z e x :

$$z = \lambda \cdot x - \ln(b)$$

(Equação 8)

O Entendimento do desenvolvimento algébrico dessa equação e da compreensão e verificação, através da simulação obtida através da regressão linear entre os pontos $(x_i; z_i)$ foi importante para os desdobramentos que o processo de matematização demandaria. A utilização da mesma foi inicialmente explorada pelo grupo através da obtenção da curva logística para retratar o crescimento de uma árvore, dando, dessa forma, prosseguimento na resolução do problema fictício apresentado no sétimo encontro.

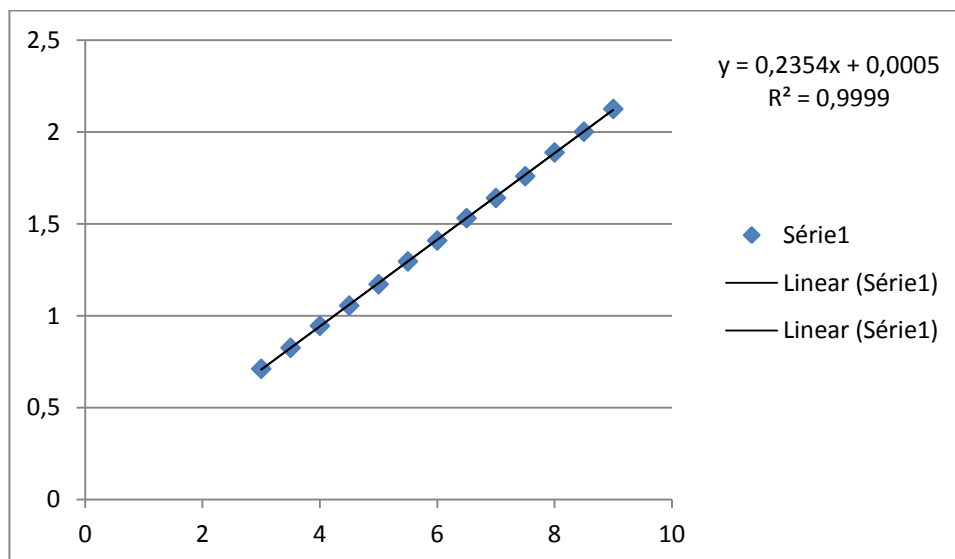
Diante disso, o grupo, com o auxílio do *software Excel*, inseriu a nova variável z na tabela construída anteriormente, chegando ao seguinte resultado:

TABELA 10

Cálculo da nova variável auxiliar z

Xi	Y "Observado"	Taxa de Crescimento Relativo	Z
3	21,7		0,711752
3,5	22,5	0,036866359	0,826044
4	23,3	0,035555556	0,945689
4,5	24	0,030042918	1,055792
5	24,7	0,029166667	1,172098
5,5	25,4	0,028340081	1,296008
6	26	0,023622047	1,409642
6,5	26,6	0,023076923	1,531711
7	27,1	0,018796992	1,641306
7,5	27,6	0,018450185	1,759671
8	28,1	0,018115942	1,888851
8,5	28,5	0,014234875	2,001831
9	28,9	0,014035088	2,125467

Cabe lembrar que a utilização do programa Excel proporcionou ao grupo inserir a fórmula $\text{LN}((B2/32,35) / (1-B2/32,35))$ para obter os dados relativos à variável z_i . Com isso foi possível construir o gráfico de dispersão dos pontos $(x_i; z_i)$ e obter a equação linear associada ao mesmo:

GRÁFICO 11- Linha de tendência entre os pontos $(x_i; z_i)$ do exemplo fictício da árvore

A constatação de que a equação:

$$y = 0,2354x + 0,0005$$

(Equação 9)

representava a equação $z = \lambda \cdot x - \ln(b)$ foi bem assimilada pelos componentes do grupo, conforme pode-se notar no diálogo destacado na sequência.

Pesquisador: *Qual é a equação gente?*

Tamires e Isadora: *É $z = 0,2354x + 0,005$.*

Pesquisador: *Comparem as equações, quem é o λ ?*

Tâmara e Isadora: *λ é o 0,2354.*

Pesquisador: *Isso mesmo, a taxa de crescimento relativo, certo?*

Alair: *Certo!*

Pesquisador: *E como nós podemos calcular o b , igualando $\ln b$ a 0,005 não é? ($\ln b = -0,005$)*

Alair: *Sim! É, e elevado a -0,005. ($b = e^{-0,005}$).*

Peço ao grupo para calcular o valor de b . Isadora utiliza uma calculadora científica, faz os cálculos chegando à resposta 0,999. O grupo então decide aproximar o valor de b para 1. Assim, o grupo chega à seguinte equação da curva logística que retrata o crescimento da árvore:

$$y = \frac{32,35}{1 + 1 \cdot e^{-0,2354x}}$$

(Equação 10)

Com a fórmula obtida, eles inserem a mesma na planilha do *Excel*, obtendo os valores da altura y_i da árvore para cada tempo x_i , bem como o gráfico do crescimento logístico da altura da árvore:

TABELA 11

O crescimento da árvore

Xi	Y Observado	Taxa de Crescimento Relativo	Z	Y Ajustado
3	21,7		0,7111752	21,66029692
3,5	22,5	0,036866359	0,826044	22,48530662
4	23,3	0,035555556	0,945689	23,27332553
4,5	24	0,030042918	1,055792	24,02171092
5	24,7	0,029166667	1,172098	24,72859774
5,5	25,4	0,028340081	1,296008	25,39286239
6	26	0,023622047	1,409642	26,01406522
6,5	26,6	0,023076923	1,531711	26,59237757
7	27,1	0,018796992	1,641306	27,12849948
7,5	27,6	0,018450185	1,759671	27,62357309
8	28,1	0,018115942	1,888851	28,07909648
8,5	28,5	0,014234875	2,001831	28,49684131
9	28,9	0,014035088	2,125467	28,87877705

O Gráfico do crescimento logístico da árvore com os valores ajustados está representado abaixo.

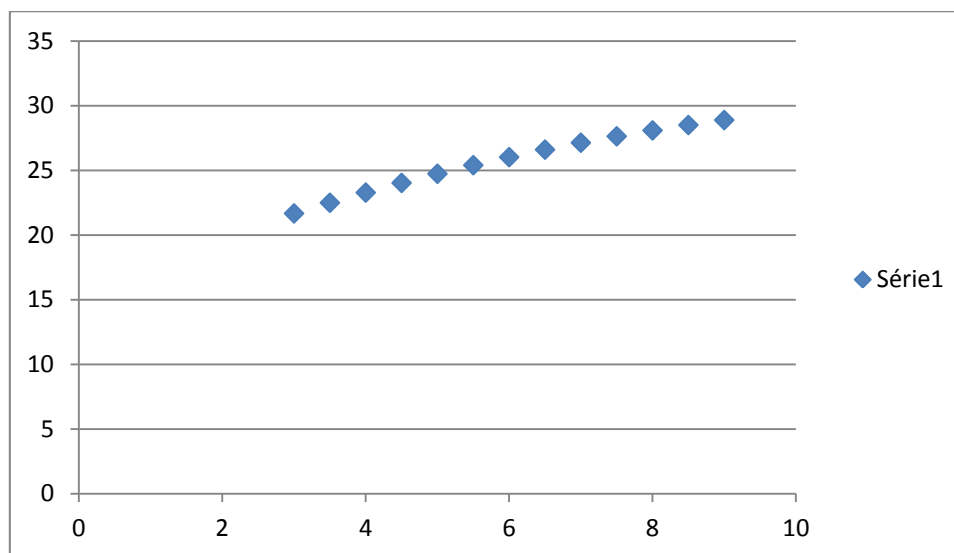


GRÁFICO 12 - Crescimento logístico de uma árvore

O processo de obtenção da curva logística do crescimento da árvore pelo grupo foi importante, uma vez que os procedimentos ali adotados, principalmente aqueles em que envolviam a utilização dos recursos tecnológicos, puderam proporcionar ao grupo o *pensar junto* com esses novos atores e não *pensar através dos mesmos*. Posso destacar

que as interações do grupo com esses novos atores foi proporcionando o desenvolvimento de uma característica ou marca que acompanhava e se fortalecia ao longo de todo processo de matematização que demandava o projeto, que é o desenvolvimento de uma unidade denominada por Lévy (1993) de coletivo pensante.

Por essa razão concordo como os autores Borba e Villarreal (2005), que abraçam a perspectiva teórica de que o conhecimento é produzido por um coletivo pensante formado por seres-humanos-com-tecnologias. Enfatizo ainda que a parceria firmada dentro desse coletivo pensante vinha mostrando seu potencial de auxiliar o processo de matematização no projeto de modelagem. Destaco ainda que a evolução do grupo ganhava fôlego e se consolidava principalmente em razão de que a parceria com as tecnologias se firmava a cada encontro, subsidiando de forma significativa o processo de matematização desenvolvido pelo grupo. Além disso, essa parceria também se desenvolvia dentro de um ambiente propício para promover e auxiliar o desafio à Ideologia da Certeza, sinalizando uma característica importante que o processo de matematização potencializava no projeto de modelagem desenvolvido na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Esses resultados preliminares ganharam um destaque privilegiado de análise dentro dos procedimentos e processos discursivos desenvolvidos pelo grupo nos encontros seguintes.

6.1.10. Décimo encontro (18 de maio de 2011): a construção do modelo matemático da evolução do CFEM de Congonhas

Neste encontro compareceram Alair, Tamires e Isadora. A ideia foi dar continuidade ao processo de construção do modelo matemático da evolução do CFEM. Com a ausência de Edu e João Vila, pensei que o processo seria inviabilizado, entretanto, o grupo decidiu manter a dinâmica dos nossos encontros. Dessa forma, num primeiro momento lemos uma reportagem do Jornal Estado de Minas intitulada “Fome do minério” e no segundo momento daríamos continuidade ao processo de construção do modelo logístico de crescimento do CFEM de Congonhas.

6.1.10.1. Primeiro momento do décimo encontro: um entendimento sobre as investidas das mineradoras na exploração mineral

A leitura e discussão da reportagem “Fome do minério”⁶⁷ levou o grupo a ampliar o processo de entendimento do aumento dos investimentos das mineradoras na região de Congonhas e demais regiões dos estados brasileiros.

A reportagem mostrou que a alta dos preços do minério de ferro no mercado internacional levava as indústrias a investirem em pesquisas para exploração futura no subsolo do país. É importante destacar que tais pesquisas devem-se ao aumento do financiamento em tecnologias direcionadas para a questão da exploração mineral. Essa evolução tecnológica permite às empresas explorar reservas com baixo teor de minério (em torno de 20% a 40 %), o que provoca mudanças nesse cenário, uma vez que tais reservas eram consideradas, anteriormente, um investimento potencialmente pouco lucrativo.

Não é sem razão que as buscas por novas jazidas de minério de ferro crescem numa proporção antes nunca vista. Além disso, o preço da tonelada do minério de ferro vem historicamente evoluindo, com projeção de se manter em torno de 120 dólares, a tonelada, durante os próximos anos. Isto explica a investida das empresas mineradoras e, até mesmo, as siderurgias da região aumentarem os investimentos nas áreas já exploradas ou em novas áreas consideradas antes inviáveis do ponto de vista econômico.

Cabe aqui destacar que uma investida desse porte nas cidades mineradoras levou o Ministério Público Estadual (MPE) a propor a necessidade de se fazer, nessas regiões, um estudo do impacto ambiental integrado com as diversas indústrias que exploram o subsolo em busca do minério de ferro. Dessa forma, um estudo dos impactos ambientais cumulativos foi recomendado à Secretaria do meio Ambiente do Estado, principalmente para substituir os estudos isolados que abrangem um único investimento.

A própria cidade de Congonhas já abriga um projeto que analisa e monitora a qualidade do ar e os impactos provocados pela ação conjunta das mineradoras e siderurgias, conforme desatacou Alair:

⁶⁷ VIEIRA, M. Fome do minério. *Estado de Minas*, Belo Horizonte, 14 mai. 2011. Caderno de Economia, p.11. (Anexo I)

Alguns dias atrás eu estava passando na Praia (nome de um bairro de Congonhas) e vi que eles estavam com um equipamento fazendo monitoramento da qualidade do ar na cidade. Aí eu cheguei em casa e vi na Internet que eles estavam fazendo monitoramento do ar em diversos pontos da cidade.

O debate em torno da questão do licenciamento individual das empresas ser viabilizado após um estudo integrado dos impactos ambientais provocados pelo conjunto das mesmas levou Tamires a concordar com esse procedimento suscitado pelo Ministério Público Estadual:

Sim, tem que avaliar porque uma empresa pode não poluir tudo que é permitido, mas duas juntas podem, já que elas estão na mesma região. Então quem é afetado é o cidadão, porque é ele que está respirando o ar poluído. Tem que tomar medidas para frear isso (...)

Ao final desse debate, perguntei como o projeto de modelagem, na perspectiva que adotamos, vinha auxiliando o grupo no entendimento da questão por nós explorada: a relação da exploração mineral e o desenvolvimento da região do Alto do Paraopeba. Os enunciados de Alair, Tamires e Isadora apontam, principalmente, como o estudo vinha proporcionando uma ampliação da compreensão das complexidades e das contradições que acompanham essa temática. Destaco abaixo os enunciados-respostas dos integrantes do grupo:

Até agora o que a gente estudou, eu achei muito interessante, pois é uma oportunidade que a gente tem para ver mais claramente o outro lado da moeda. A gente chega a Congonhas, cheia das mineradoras, a gente pensa que aqui é um lugar que tem emprego, que só tem coisa boa, que as empresas trazem só coisas boas para a cidade, trazem melhorias. Mas a gente vê que tem os seus prejuízos também, que temos problemas de qualidade de ar, de trânsito, de superpopulação (...). (Alair)

Para mim o que mais chamou a atenção foi a porcentagem do CFEM. Eu achei ela muito baixa. Eu tinha uma noção de que ela não era tão alta como ela deveria ser, mas não tão baixa como foi apresentado. Pelos impactos que a gente enfrenta, eu pensava que deveria ser maior. (Tamires)

Eu também achei o CFEM muito baixo, é muito baixo, é muito injusto. (Isadora)

Posso destacar que o desenvolvimento do projeto de modelagem vinha dando mostras de que é possível desenvolver um ambiente de ensino de matemática dentro do qual uma forma de exercer o pensamento dialético pode ser contemplada e principalmente estimulada. A construção desse ambiente educativo tem fortes conexões com a concepção de educação destacada por Paulo Freire (2003, p.20). Para o autor uma educação deve ser problematizadora, principalmente para desenvolver nos homens e nas mulheres a superação de uma “visão focalista da realidade”. Segundo o autor, uma educação reacionária jamais se preocupa em estender esta visão. Sua defesa por uma educação que desenvolva uma visão lúcida de homens e mulheres acerca de suas realidades também está alinhada com as reflexões de Horkheimer e Adorno (1975) acerca da necessidade do ser humano questionar e julgar a sua realidade. Para esses autores o exercício do pensamento dialético se constitui em um importante instrumento político de emancipação dos seres humanos. Para os autores o exercício dialético da forma de pensar potencializa- os a enxergarem uma falsidade onde outrora só se via as vicissitudes do “poder da verdade” (p.112).

Cabe destacar que o ambiente por nós construído carregava essa preocupação de exercer o pensamento de forma dialética. Foi através desse esforço que a complexidade da mineração foi por nós investigada, possibilitando-nos desvelar as “injustiças” que estão por trás desse cenário de exploração que vem marcando historicamente o município de Congonhas e demais regiões de nosso estado e país. Foi motivado por essas preocupações que o processo de matematização da evolução do CFEM foi usado como um importante instrumento para desvelar toda uma complexidade relacionada com a exploração mineral.

Entretanto, como pesquisador, senti a necessidade de investigar em que medida a ampliação da compreensão dessa realidade potencializava ou não ao grupo uma compreensão de que o processo de matematização que desenvolvíamos vinha operando sob um cenário muito complexo. Será que o grupo assumiria, de uma forma mais clara, que no processo de matematização a prerrogativa de que nada era absoluto, e que as hipóteses por nós construídas, incluindo aí o próprio modelo logístico de crescimento do CFEM, poderia estar submerso num mundo repleto de incertezas (SKOVSMOSE, 2007)? O entendimento dessa questão seria importante e contribuiria sobremaneira para responder à pergunta posta por esta pesquisa, que é compreender como se dá o processo de matematização em um projeto de modelagem orientado na perspectiva da Educação

Matemática Crítica. Minhas ações ao longo dos próximos encontros serão guiadas com a intenção de procurar evidências e características no processo de matematização desenvolvido pelo grupo, e analisar se elas coadunam ou se afastam de uma matematização crítica, tal como venho discutindo ao longo desta tese.

6.1.10.2. Segundo momento do décimo encontro: construção do modelo matemático

Ao final da discussão do texto “Fome do minério”, o grupo começou articular-se para dar prosseguimento no processo de construção do modelo logístico da evolução do CFEM. Entretanto, tive que me ausentar dessa parte, pois tinha uma reunião com o grupo de todos os professores do Instituto. Pedi ao grupo para decidir se gostariam de permanecer na sala ou se não, poderíamos reiniciar os procedimentos no próximo encontro. O grupo decidiu continuar a fazer, sem minha participação, a construção do modelo logístico.

Como Edu e João Vila não compareceram nesse encontro, perguntei ao grupo sobre a possibilidade de refazerem a construção do modelo no próximo encontro, com a presença de todos. Dessa forma, marcamos nosso décimo primeiro encontro com esse objetivo. Minha intenção era continuar investigando como as incertezas matemáticas eram interpretadas no processo de matematização desenvolvido pelo grupo no projeto, dando continuidade à minha percepção de que o ambiente por nós construído potencializava uma reflexão e discussão sobre essa temática. Diante disso, vislumbrava promover um processo discursivo com o grupo valorizando e buscando as reações-respostas dos componentes do grupo na direção desse objetivo.

Segundo Bakhtin (2004), os enunciados são repletos de reações-respostas, não são indiferentes uns aos outros, e se refletem mutuamente. Para o autor “são precisamente esses reflexos recíprocos que lhes determinam o caráter” (BAKHTIN, 2004, p.316).

É com essa preocupação que tentarei compreender, através dos processos discursivos produzidos ao longo do processo de matematização, de como as incertezas matemáticas foram tratadas e concebidas pelos integrantes do projeto.

6.1.11. Décimo primeiro encontro (25 de maio de 2011): a (re) construção do modelo logístico

Neste encontro compareceram todos os componentes do grupo e, conforme combinado, Alair, Isadora e Tamires ficaram de mostrar para Edu e João Vila como eles chegaram à curva logística que retratava o crescimento do CFEM do município de Congonhas no encontro anterior. Desta vez, visando facilitar o trabalho do grupo, bem como a qualidade da filmagem do encontro, ligamos o *datashow* ao *notebook*. Dessa forma, as imagens dos procedimentos utilizados pelo grupo na obtenção da curva logística ficariam projetadas na parede da sala.

Orientei o grupo para iniciar os procedimentos deste encontro, que seria o último dedicado à finalização da construção do modelo matemático por nós vislumbrado no desenvolvimento do projeto. Na sequência destaco o desenvolvimento das discussões e os procedimentos adotados pelo grupo neste encontro:

Estamos gravando a parte que faltou para os dois integrantes do grupo, João Vila e Edu. Eles vão mostrar para vocês como chegaram à curva logística para o crescimento do CFEM.
(Pesquisador-orientador)

Alair liga o notebook, abre a pasta do grupo no computador e mostra as tabelas, os gráficos e a equação logística encontrada no último encontro. Peço para o grupo começar tudo de novo. Orientei o grupo a passar para uma nova planilha do *Excel* os dados do ano e da arrecadação do CFEM do município de Congonhas.

Alair passa os dados para uma nova planilha, e forma a tabela abaixo, com a coluna **A** representando o ano, a partir de 2000, e a coluna **B** a arrecadação do CFEM, em milhões de reais, pelo município de Congonhas.

TABELA 12

Dados do CFEM de Congonhas

A	B
2	4,3
3	4,52
4	5,04
5	5,88
6	6,45
7	8,25
8	13,2
9	18,43
10	22,54

Diante da tabela projetada, iniciamos o processo discursivo:

Pesquisador: *E aí, o que vamos fazer agora?*

Alair: *Calcular o a (valor suporte da curva logística).*

Pesquisador: *O a nós já calculamos! Olha lá Tamires, o a da curva logística.*

Alair: *O a é a capacidade suporte, deu 28,1414, o máximo (...).*

João Vila: *Ah, sim!*

Caberia ao grupo determinar os coeficientes b e λ da função $y = \frac{a}{1+b.e^{-\lambda x}}$, uma vez que o valor da capacidade suporte a já fora calculado no oitavo encontro. Dessa forma, assim como na construção do modelo matemático que retratou o crescimento da árvore, o grupo teria que fazer o ajuste linear do modelo logístico, criando uma variável auxiliar z , dada por:

$$z = \ln\left(\frac{\frac{y}{a}}{1-\frac{y}{a}}\right)$$

(Equação11)

A equação 11 foi colocada na coluna C na planilha do *Excel*, para fazer a regressão linear com os pontos $(x_i; z_i)$.

Neste momento começamos uma discussão em grupo:

Pesquisador: *Como vocês vão fazer a coluna C?*

Tamires: *Com a regressão.*

Alair: *Vamos fazer a regressão aqui com o valor de z, então z é o logaritmo neperiano (...), olha aí gente.*

A partir desse momento o grupo consulta o livro de modelagem de Bassanezi, especificamente a parte em que o autor dedica-se ao ajuste linear do modelo logístico. Após essa consulta, João Vila e Tamires auxiliam Alair a construir a coluna C, com a introdução da fórmula da variável z.

Dessa forma, João Vila e Tamires auxiliam diretamente Alair a introduzir uma coluna C com a variável auxiliar z.

TABELA 13

Introdução da variável auxiliar z

A	B	C
2	4,3	-1,71281
3	4,52	-1,65364
4	5,04	-1,52249
5	5,88	-1,3313
6	6,45	-1,21284
7	8,25	-0,88007
8	13,2	-0,12392
9	18,43	0,640679
10	22,54	1,392275

Cabe aqui destacar que na primeira linha da coluna C foi introduzida a fórmula: = LN ((B2/28,1414) / (1-(B2/28,1414))). O domínio do grupo na utilização dos recursos do *software* permitia ao mesmo construir tabelas e gráficos e, principalmente, fazer o ajuste linear do modelo logístico para obter a regressão linear com os pontos da coluna A e C. Dessa forma o grupo construiu o gráfico de dispersão com os pontos dessas colunas:

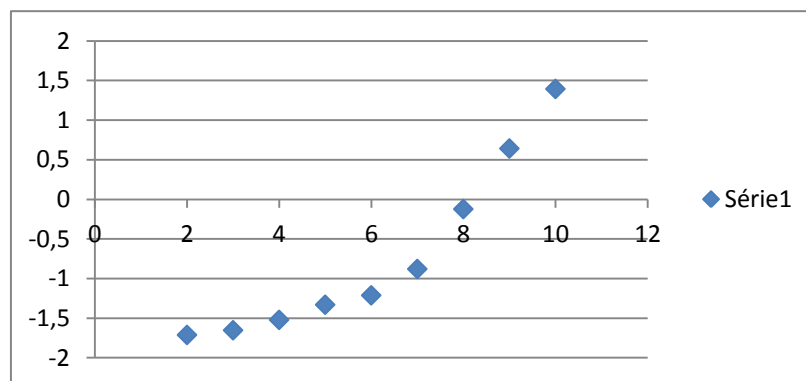


GRÁFICO 13 - dispersão dos pontos (xi, zi)

Como o gráfico de dispersão dos pontos apresentou uma linearização muito ruim, uma vez que os pontos não poderiam ser bem ajustados em torno de uma reta, começamos uma discussão em torno dessa questão:

Pesquisador: *E aí gente, quais pontos que vocês têm que pegar, quais são melhores?*

Tamires: *Aqueles, 7, 8 9 e 10.*

Alair: *2007, 2008, 2009 e 2010.*

Pesquisador: *Agora eu vou fazer uma pergunta para vocês. Aquele problema da árvore que fizemos, os pontos estavam todos alinhados não estavam?*

Tamires: *Não cem por cento* (possivelmente ela se referiu ao coeficiente de correlação da regressão que deu muito próximo de 1 no problema da árvore) .

Alair: *Da árvore estavam, eu me lembro.*

Meus enunciados aqui eram construídos com o intuito de verificar como o grupo interpretava as incertezas matemáticas, uma vez que o ambiente construído no desenvolvimento do projeto de modelagem dava-me, cada vez mais, pistas de que era propício para que a Ideologia da Certeza pudesse ser desafiada. Não é sem razão que Borba e Skovsmose (1997, p.19) destacaram que ambientes de Educação Matemática que incorporam trabalhos com projetos de modelagens, principalmente na matematização de problemas abertos, são potencialmente ricos para se “desafiar essa ideologia”.

Diante dessa possibilidade, sustentei meus enunciados de forma a buscar, nos enunciados - respostas dos integrantes, uma ampliação da compreensão acerca de como os mesmos interpretavam as incertezas advindas no processo de matematização do projeto. O processo discursivo instaurado a partir de então carrega essa marca de considerar “o fundo aperceptivo sobre a qual minha fala será recebida pelo destinatário: o grau que ele tem da situação (...), seus conhecimentos, suas convicções.” (BAKHTIN, 2000, p.321).

Dessa forma, dando continuidade ao processo discursivo instaurado no processo de matematização, pergunto ao grupo:

Pesquisador: *Por que o problema da árvore deu certo?* (referindo-me aos pares de pontos $(x_i; y_i)$ que ficaram, sem exceção, alinhados no ajuste linear do modelo logístico, conforme o grupo pôde verificar no oitavo encontro).

João Vila: *É porque não é real, o carinha (autor) pensou para dar certo.*

Edu: *São dados simulados.*

Alair: *É porque esse é real, e os dados aqui são simulados.*

Edu: *É, são feitos para dar certo, < risos >.*

Professor: *E nos livros, o que vocês acham que acontece?*

Alair: *São feitos para dar certo também, tudo simulado.*

A partir dessas reações-respostas dos componentes do grupo procurei entender o grau de entendimento acerca da matemática que vinha sendo explorada no projeto pelos mesmos. De forma mais precisa, procurava analisar como os integrantes do grupo interpretavam o processo de matematização desenvolvido no projeto, principalmente se este processo auxiliava alimentar ou não uma visão absolutista da matemática. Cabe ainda destacar que o processo de matematização vinha carregado de procedimentos que os levava a fazer aproximações, principalmente quando havia a necessidade de se fazer recortes da situação explorada, como por exemplo, na construção das hipóteses de que a evolução do CFEM iria tender a se estabilizar ao longo do tempo, bem como na aceitação de que tal evolução poderia ser retrada por uma curva logística. Além disso, para atender a essas hipóteses, os dados por nós investigados, e transformados em pares de pontos para serem linearizados, não ficaram “perfeitamente” perfilados, como no exemplo artificial do crescimento da árvore apresentado no livro de Bassanezi e estudado pelo grupo antes da construção do próprio modelo logístico da evolução do CFEM do município de Congonhas.

Como pesquisador, suspeitava que, em razão dos integrantes do grupo fazerem o ensino médio integrado ao curso técnico de Mecânica, a ideia de se utilizar aproximações para explorar matematicamente uma situação não matemática, nas áreas das disciplinas técnicas, não era estranha aos integrantes. Mas caberia ao pesquisador investigar melhor se essa experiência foi ou era vivenciada realmente pelo grupo e, em caso afirmativo, como as mesmas, ainda que indiretamente, contribuía na direção da quebra, ou do enfraquecimento, de uma visão não absolutista da matemática nos integrantes do grupo.

Diante dessa preocupação, e na continuidade dos procedimentos que auxiliavam o grupo a fazer o ajuste linear dos pontos $(x_i; z_i)$ na direção de adequá-los ao modelo logístico da evolução do CFEM, o grupo selecionou os quatro últimos pontos do gráfico de dispersão explicitado na Tabela 13. Da mesma forma que nas vezes anteriores, buscou a linha de tendência dos pontos para, enfim, chegar à equação linear desejada.

O gráfico a seguir mostra o resultado dos pontos selecionados, relativos ao CFEM dos anos de 2007, 2008, 2009 e 2010, bem como da equação encontrada através do ajuste linear.

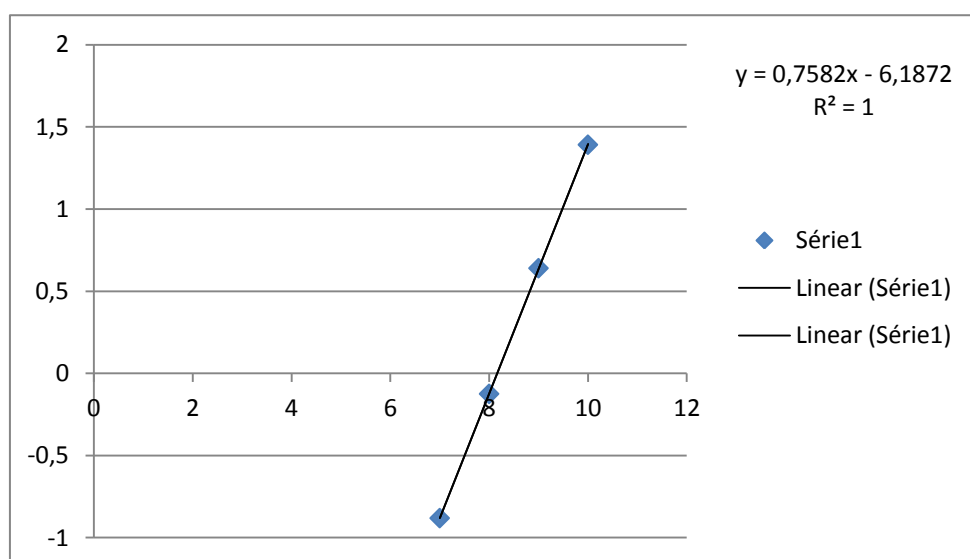


GRÁFICO 14 - Ajuste linear dos pontos $(x_i; z_i)$ selecionados

A obtenção da equação a seguir:

$$y = 0,7582x - 6,1872$$

(Equação 12)

possibilitaria ao grupo encontrar os coeficientes b , e λ , da função que representava o crescimento logístico da evolução do CFEM.

Diante da equação, João Vila vai à lousa e a escreve sob a forma $z = \lambda x - \ln b$.

O grupo o ajuda a comparar com a equação encontrada, e assim ele a reescreve como $z = 0,7582x - 6,182$.

Comparando os coeficientes escreve:

$$\lambda = 0,7582 \text{ e } \ln b = 6,182.$$

Isadora e Tamires, com o intuito de apresentar o valor da constante **b**, utilizam uma calculadora científica.

Dessa forma Tamires dita a João Vila que o “**b** vale 476,48”.

A equação do modelo logístico encontrada pelo grupo é escrita na lousa por Alair sob a forma:

$$y = \frac{28,1414}{1 + 486,48 \cdot e^{-0,7582x}}$$

(Equação 13)

Com a construção do modelo matemático o grupo parte para inserir a fórmula da função logística na planilha do *Excel* e construir os gráficos da evolução do CFEM dos valores reais e dos valores ajustados. Entretanto, antes dessa ação, o pesquisador, notando que a parceria firmada entre o grupo de modelagem e tecnologias, desde o início do projeto, foi amplamente se fortalecendo, auxiliando sobremaneira o processo de matematização, procurou elucidar se disciplinas da área técnica ou da formação geral também se utilizavam de recursos tecnológicos. A intenção era buscar um entendimento de como o conhecimento acrescido por aquelas disciplinas tinha o potencial de ser explorado como um produto do coletivo firmado entre as pessoas e as tecnologias, ou seja, pelo coletivo seres-humanos - com tecnologia, tal como destacam Borba e Villarreal (2005). O diálogo travado pelo grupo é destacado na sequência:

Pesquisador: *Vocês viram que a curva logística foi “fácil” de determinar porque nós usamos o computador? Se nós não utilizássemos esse recurso ia ficar difícil, não é?*

Alair: *É, ia dar muito trabalho.*

Pesquisador: *Neste projeto de modelagem nós utilizamos muito os recursos tecnológicos. O que vocês acham disso?*

Alair: *É Bacana!*

Isadora: *Muito mais fácil.*

Pesquisador: *Vocês utilizam na matemática alguma tecnologia?*

Isadora: *Não.*

João Vila: *Só calculadora mesmo.*

Pesquisador: *E aqui no Instituto, tem alguma matéria que vocês utilizam os recursos tecnológicos?*

Alair: *Oh, na prática mesmo é Modelamento, onde nós fazemos projetos, no ano passado foi AutoCad e no primeiro ano a gente tinha iniciação a Ciência da Computação.*

João Vila: *Eu fiz iniciação científica com você o ano passado.*

Pesquisador: *E você Edu?*

Edu: *Só aqui mesmo e em AutoCAD.*

Pesquisador: *E na Matemática?*

Edu: *Na Matemática não.*

Pesquisador: *Aí, agora a gente achou a curva, a curva não, a função, não é? Então vamos ver no computador se vai bater ou não com os dados com a curva do CFEM.*

Após este diálogo, o grupo voltou-se para finalizar o processo de construção da planilha eletrônica, bem como do gráfico relacionado com a mesma. A tabela e os gráficos construídos estão representados a seguir⁶⁸.

TABELA 14

Valores reais e ajustados do CFEM

A	B	C	D
2	4,3	-1,71281	0,261014
3	4,52	-1,65364	0,551316
4	5,04	-1,52249	1,151161
5	5,88	-1,3313	2,348109
6	6,45	-1,21284	4,578492
7	8,25	-0,88007	8,249826
8	13,2	-0,12392	13,21412
9	18,43	0,640679	18,4021
10	22,54	1,392275	22,54996
11			25,21246
12			26,68881
13			27,44165
14			27,80917
15	28,1414		27,98476
16			28,0678
17			28,10687
18			28,12521
19			28,13381

⁶⁸ As colunas A, B, C e D representam, respectivamente, o ano (a partir de 2000), o valor real do CFEM (em milhões de reais), a variável auxiliar Z_i e o valor do CFEM ajustado pelo modelo matemático construído.

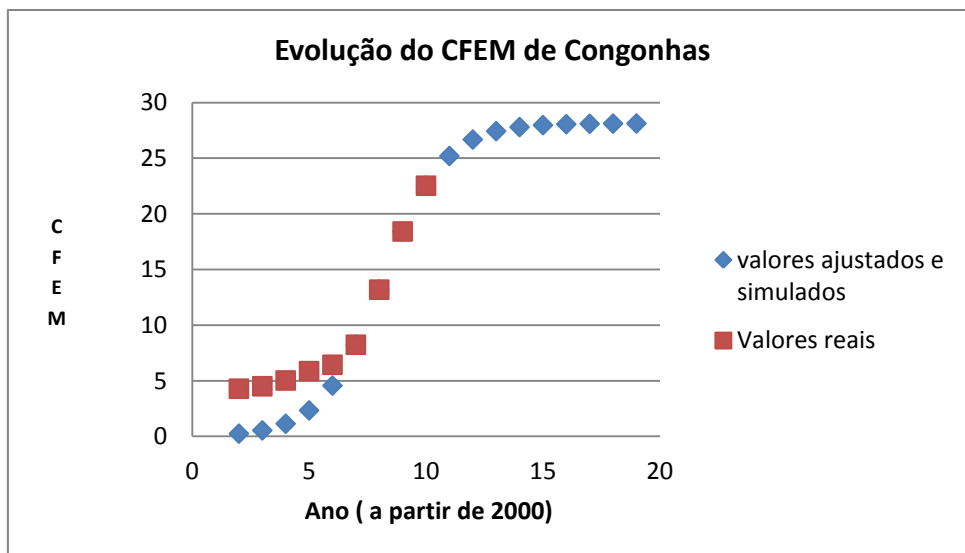


GRÁFICO 15 - Gráfico dos dados reais e do modelo ajustado

Após a construção da tabela e dos gráficos iniciei um processo discursivo com os integrantes do grupo com o objetivo de compreender a visão e o entendimento dos mesmos acerca do processo de matematização, principalmente da característica aproximativa que permeou a construção do modelo matemático. Desta forma, meu interesse caminhava na direção de perceber como o grupo interpretava essa “quebra” da visão da matemática como um sistema perfeito e hermético (BORBA, SKOVSMOSE, 1997).

Diante disso, após verificarmos e compararmos os dados reais do CFEM da coluna B e os dados ajustados pelo modelo logístico da coluna D na planilha do *Excel* perguntei ao grupo:

Pesquisador: *A coluna B era o que mesmo Tamires?*

Tamires: *O B é a arrecadação do CFEM real.*

Pesquisador: *Por que os pontos iniciais não estão batendo (se aproximando) e os últimos estão?*

Tamires: *Porque a gente pegou os quatro últimos pontos de baixo para fazer a regressão (se referindo aos dados relativos aos anos de 2007, 2008, 2009 e 2010).*

Pesquisador: *Isso mesmo! Estão vendo como as curvas estão muito próximas considerando esses pontos, e antes desses pontos, antes do “S” da curva (me referindo as curva dos dados reais e ajustados) os gráficos já começam a distanciar. Isso é por que nós criamos a hipótese que a curva ia ter o formato de uma curva logística. É uma*

aproximação, não representa que vai ser assim não, uma coisa exata como nos livros, entenderam por quê?

(Alair, Tamires e Isadora balançam a cabeça num gesto de confirmação).

Pesquisador: *Pode ser que isso dê errado já no ano que vêm. Se o investimento for muito grande, aquele valor de tendência ou da capacidade suporte pode ser ultrapassado (referindo-me ao CFEM que Congonhas receberia no ano de 2012).*

Pesquisador: *Vocês acham que esse modelo matemático retrata fielmente, o que vocês acham?*

Alair: *Não retrata fielmente não, pode acontecer alguma coisa (...).*

Pesquisador: *Mas vocês acham isso errado? Neste momento todos do grupo respondem: “não, não (...).”*

O grupo vai ao computador e simula os valores do CFEM para os anos de 2011 a 2019, conforme demonstrado na tabela 14, verificando a tendência de estabilização tanto pela tabela quanto pelo gráfico.

João Vila: *Calcule aí o do ano que vem...*

Alair: *Então é 10, não, não (...), 11, 12 ...*

Pesquisador: *Agora vamos fazer o gráfico dos valores reais e simulados. Você está vendo Edu?*

Edu: *Não é muito difícil não é?*

Pesquisador: *Nós estamos usando os recursos tecnológicos aqui não é? Quando o João fez os cálculos comigo na Iniciação científica, lembra João?... Nós fizemos primeiramente os cálculos da regressão linear ali na mão. Nós vimos primeiro como calcular na mão e depois com o auxílio do computador...*

João Vila: *Aquela primeira matéria lá das derivadas, aquilo lá é só com computadores mesmo⁶⁹.*

Alair: *Como?*

João Vila: *Ele explicou como fugir das derivadas com o Excel.*

Alair: *Como ?*

⁶⁹ No projeto de iniciação científica uma das atividades exploradas foi o trabalho de investigação envolvendo problemas de maximização e minimização do livro de Cálculo I de Stewart. (STEWART, James. Cálculo, volume I, 4 ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002).

João Vila: *Aquela primeira matéria lá, das derivadas... Aquilo lá é só com computadores mesmo...<risos>.*

Pesquisador: *Eu acho que esse recurso (...) quando a gente pega um problema daqueles, e utiliza o recurso tecnológico, eu acho que facilita bastante. Eu não sei se nós não utilizássemos esse, se fizéssemos tudo na mão, vocês ficariam aqui no projeto até o final não...*

Alair: *Ah! Seria difícil.*

Tamires: *Neste ponto eu não ficaria mesmo!*

Pesquisador: *Por quê? Facilitou muito?*

Tamires: *Demais.*

Pesquisador: *Faz o gráfico então para a gente ver aí.*

Alair: *Entre o ano e ...*

João Vila: *Faz o ano, faz o do A com o B (tempo x dados reais) e o do A com o D (tempo x valores ajustados).*

Alair: *Vamos fazer só de 2007 para frente?*

Pesquisador: *Não, faz tudo. Porque você quer fazer só de 2007 para frente?*

Tamires: *Porque os valores antes disso estão errados; não é que estejam errados, não estão ajustados.*

Pesquisador: *Mas a modelagem matemática, qual é o propósito dela? Este modelo aí não é para a gente retratar...*

Alair: *Sim.*

Pesquisador: *Mas vocês acham que retratam fielmente?*

Alair: *Não, não retrata fielmente não. Pode acontecer alguma coisa e mudar tudo.*

Pesquisador: *Mas vocês acham isso errado?*

Alair: *Não, não.*

Pesquisador: *Foi um ajuste não é? Nós criamos hipóteses.*

João Vila: *Eu confio no R^2 (referindo-se ao coeficiente de correlação do ajuste linear).*

A partir deste momento, Alair, João Vila e Tamires conversam entre si e iniciam o processo de construção dos gráficos considerando os dados reais e ajustados.

Pesquisador: *Esse gráfico aí é só o ajustado?*

Alair: *Não, eu não fiz só o ajustado não... o gráfico com o A também foi feito.*

Pesquisador: *Tem jeito de colocar os dois gráficos num mesmo sistema de eixos?*

Tamires: *Ah! A gente fez isso no encontro passado (Referindo-se ao final do décimo encontro, no qual o pesquisador teve que se ausentar quando os mesmos construíam o modelo logístico).*

Alair: *Ah, é! A gente fez isso. Me deixa fazer de novo...*

João Vila: *Coloca o 11 e o 12 também...*

Os participantes do projeto conectam o computador num projetor para ter, numa tela maior, uma ampliação dos gráficos.

Pesquisador: *Olha lá os gráficos, um em cima do outro, está vendo Edu, quem é o vermelho ali?*

Edu: *o real, dados real.*

Alair: *O azul é o ajustado.*

Pesquisador: *Vocês estão vendo que ficaram, a partir daquele ponto ali, muito próximo, depois daqueles pontos que nós pegamos, lembram quais foram?*

Tamires: *De 2007 a 2010.*

Alair: *Mas tem o de 2012 ainda.*

João Vila: *Mas de 2012 é a previsão.*

Pesquisador: *Então aqueles dois lá são nossa previsão? (Referindo-me aos anos de 2012 e 2013).*

João Vila: *coloca até o 20 (ano de 2020).*

Pesquisador: *Nossa! Está tendendo para quanto?*

João Vila: *Vinte e oito.*

Alair: *Vai estabilizar.*

Tamires: *É, vai estabilizar.*

Pesquisador: *E vocês acham que esses valores de estabilização... (Neste momento os participantes trabalham para melhorar o design do gráfico)*

Alair: *Olhe lá, está estabilizando (...).*

Pesquisador: *É, está estabilizando. Mas a estabilização é nossa hipótese, pode ser que não estabilize.*

Alair: *Olhe! Chegou em 28.*

Tamires: *Chegou.*

João Vila: *Não passa de 28,14.*

Tamires: *Não passa de 28, 14 mas chega em 28.*

Pesquisador: *Nunca vai passar? Vocês acham que passa ou não?*

Tamires: *Pelos nossos cálculos, não é?!*

Pesquisador: *Pelos nossos cálculos nunca vai passar...< risos>.*

Tamires: *Justamente, pode vir um boom de novo, aí e abaixar (...).*

Pesquisador: *E também pode...*

Tamires: *Pode abaixar.< risos>.*

Pesquisador: *O modelo matemático é isso, ou seja, você faz esse modelo todo bonito aí para retratar essa situação. Mas pode ser que não retrate bem (...).*

Alair: *Quer dizer que dentro de nossa perspectiva, por volta de 2019, vai começar a estabilizar, a diminuir o crescimento...*

Pesquisador: *É, o CFEM no início vai aumentando bastante, depois vai... igual vocês falaram...*

Tamires: *Permanecer constante.*

Como pesquisador, apesar de verificar que o grupo concebia que o modelo matemático construído não retratava fielmente a situação por nós explorada, reforçando minha percepção de que a matemática ali construída e utilizada não fora desenvolvida dentro de um ambiente que operava sob as bases do paradigma do verdadeiro-falso, gostaria de compreender que elementos, para além da própria forma da condução e orientação do projeto de modelagem, auxiliavam o grupo a desenvolver uma visão não absolutista da própria matemática.

Se por um lado a forma de condução do projeto mostrava que o resultado em si do modelo construído só fora possível devido a um processo de construção de hipóteses, dentro do qual o processo de matematização só tomava fôlego devido aos procedimentos que conduziam para uma constatação da necessidade de se fazer simplificações, buscava compreender que outros fatores poderiam se mostrar importantes ou potencializadores para contestar as certezas matemáticas, ou combater a Ideologia da Certeza tal como destaca Borba e Skovsmose (1997).

Como suspeitava que experiências proporcionadas pelos estudos das disciplinas técnicas vinham indiretamente contribuindo para tal “quebra” da infabilidade da matemática, iniciei, após o término da construção do modelo matemático do projeto, uma entrevista com todo grupo na tentativa de elucidar essa questão. Tal entrevista mostrou que essa suspeita se confirmava, conforme destaque nos enunciados construídos pelos componentes do grupo quando perguntados sobre como eles avaliavam o processo

de construção de hipóteses, simplificações, bem como das incertezas que permeou todo o projeto.

Pesquisador: *Com relação às hipóteses que tivemos que assumir para construir o modelo e determinar a arrecadação máxima, etc., o que vocês acharam?*

Tamires: *Eu achei interessante, porque essa parte, eu já estou acostumada a fazer cálculos que mostram que a coisa pode não dar muito certo, ou pode dar errado. Porque a gente faz um curso técnico que nos mostra isso. Por exemplo, se você for usar isso aqui não vai dá para fazer, você tem que usar outra. A gente já aprendeu isso. Não tem um só caminho, há varias possibilidades, vários caminhos.*

Alair confirma a observação de Tamires dando um exemplo concreto de uma experiência vivenciada pelo grupo em uma determinada disciplina da área técnica:

Alair: *Também, na área técnica, além de não ter um único caminho, tem algumas coisas que não tem uma única resposta. Por exemplo: quando você vai fazer um dimensionamento de uma engrenagem, existe um determinado valor, que a partir daquele valor o seu sistema vai funcionar perfeitamente, ou seja, não precisa ter exatamente o valor x .*

Tamires: *Estamos acostumados que na nossa área pode ou não pode, depende da ocasião. O professor Cláudio, da área da engenharia, fala que a melhor resposta é depende; depende da situação, depende da aplicação. Aí, você avalia, como possível, não possível ou se vale ou não a pena.*

Pesquisador: *E na matemática?*

Tamires: *A matemática é exata não é? Ou é, ou não é! Tem aquela resposta que a gente tem que chegar nela.*

Pesquisador: *E na modelagem?*

Alair: *Na modelagem pode variar, depende de vários fatores, pode ocorrer algum fenômeno aí que a gente não estava prevendo que pode alterar o resultado.*

Pesquisador: *Qual a diferença de estudar a matemática no livro e a matemática através da modelagem?*

Isadora: *No livro tem aquele caminho e aqui (se referindo à forma que a matematização ocorreu no projeto), a gente vai ver, pode acontecer isso, pode haver uma tendência, mas se mudar tal fator pode acontecer isso (...).*

Alair: *Tem todo um contexto social e físico que a gente consegue ver (...).*

Tamires: *A gente enxerga a situação com a modelagem, já com a matemática do livro, da matemática tradicional não.*

Diante dos enunciados, posso inferir que o grupo apreendeu que no processo de modelagem, assim como nas experiências vivenciadas em algumas disciplinas técnicas, a resposta considerada certa perde terreno para as aproximações, para as simulações. Ao que tudo indica, ao contrário da matemática escolar, que geralmente é ensinada dentro de uma visão absolutista, prezando pela rigidez e precisão, muitas vezes desenvolvidas dentro de um cenário construído para que as verdades não sejam objetos de contestação, as disciplinas técnicas utilizam a matemática onde o cenário ali construído, como na própria modelagem, é muito mais caótico, busca-se fazer experiências e simulações dentro de um grau de aproximação pretendido e não uma padronização de ações. Nesses ambientes, o cenário é mais amplo, impossibilitando que a alma e o equilíbrio platônico, assim como suas verdades, sejam objetos de contestação.

Cabe ainda destacar que a matematização crítica construída pelo grupo no ambiente de modelagem mostrou que é possível desafiar o absolutismo da matemática e contou com o apoio indireto das disciplinas técnicas. Ao que tudo indica, a forma com que essas disciplinas aplicam a matemática acontecem dentro de uma atmosfera que não faz sentido falar em certezas absolutas, uma vez que a própria matemática é que deve se “adaptar” a um mundo ditado pelas incertezas, e não o contrário. Entretanto, a concepção crítica de matematização abraçada pelo grupo em nada pode se aproximar com a forma com que a matemática é utilizada nas disciplinas técnicas, uma vez que as preocupações ali estão mais direcionadas para a resolução de um problema de cunho técnico. Além disso, a própria matemática estudada no Instituto, assim como nas escolas anteriores frequentadas pelos componentes do grupo, foi desenvolvida em um ambiente tradicional, ou baseada no paradigma dos exercícios, conforme pude constatar através das entrevistas coletivas feitas com o grupo.

Os enunciados de Alair e Edu destacados na sequência, ao avaliarem o projeto, resumem um pouco essa minha constatação. Além disso, pude perceber que o projeto de modelagem possibilitou ao grupo uma percepção das diferentes possibilidades de se utilizar a matemática no âmbito educacional.

Posso também salientar que o desenvolvimento de uma *matematização crítica*, tal como discuto e conceituo neste trabalho, que procura desenvolver e construir um

ambiente investigativo em Educação Matemática (SKOVSMOSE, 2000), dentro de uma proposta educativa que valoriza e abraça a concepção de “educação problematizadora”, tal como apontada por Freire (2003), vinha se estruturando, fortalecendo e sendo apreendida pelo grupo de maneira processual a cada encontro, principalmente quando o grupo assumia a responsabilidade de reunir esforços nessa direção. A fala da Alair, extraída do décimo segundo encontro, resume todo esse movimento na construção do projeto:

Quando o Wanderley fez o convite pra gente participar do projeto eu pensei que era algo puramente matemático, igual aos exercícios do livro que a gente tem em sala de aula. Eu ia pegar e desenvolver só conta, matemática e matemática. Aí, na hora que a gente começou a pegar o lado social da coisa, onde cada coisa é aplicada, como que é (...), me deu um choque! Foi completamente diferente do que eu estava esperando.”

6.1.12. Décimo segundo encontro (06 de junho de 2011): a avaliação do grupo sobre o projeto

Este encontro foi dedicado exclusivamente para se fazer uma análise geral de todo o projeto desenvolvido por parte do grupo. A intenção foi explorar as percepções individuais e coletivas dos envolvidos direta e indiretamente com o projeto, incluindo, além dos próprios alunos voluntários, a professora Sulamita, uma vez que sua contribuição nos encontros extrapolou a simples tarefa dedicada às filmagens. Meu interesse nesse “café matemático” (expressão que o grupo de alunos voluntários revelou que adotava ao se referirem à maneira como as entrevistas eram construídas em cada encontro) era buscar elementos que pudessem elucidar as significações construídas e compartilhadas pelo grupo no processo de matematização e que, de alguma forma, se mostraram importantes para o entendimento da temática explorada. Considerando que o tema do projeto de modelagem matemática fora desenvolvido a partir da palavra geradora⁷⁰ “mineração” ou “minério de ferro”, vislumbrava entender as “múltiplas significações” conferidas a esta palavra ao longo do projeto. Conforme apontou Bakhtin (2004, p. 130), para o entendimento da “multiplicidade de significados” conferidos a

⁷⁰ Freire (1975) utilizou o termo “palavra geradora” para retratar aquela que pertencia ao universo vocabular dos sujeitos que participavam dos processos de alfabetização promovidos pelos círculos de cultura. As palavras geradoras surgiam “através de encontros informais” com os sujeitos, no seu ambiente sociocultural, e eram selecionadas tanto pelo seu conteúdo emocional quanto existencial. O processo de alfabetização se dava principalmente através do “debate em torno” dessas palavras, que carregavam um conteúdo “antropológico de cultura”, auxiliando os grupos a se “conscientizarem” durante o processo de alfabetização (FREIRE, 1975, p. 114).

uma palavra, deve-se levar em consideração a “situação concreta” dentro da qual a mesma se realizou. Para o autor, uma palavra não carrega um único significado, pois a significação atribuída à mesma está estreitamente relacionada com o todo e, por essa razão, não se pode traçar uma fronteira clara entre o tema e a significação, uma vez que “o tema absorve, dissolve em si a significação” (BAKHTIN, 2004, p.130).

Na sequência destacarei o desenvolvimento do diálogo produzido pelo grupo para, em seguida, construir uma análise teórica das questões levantadas no diálogo e que serviram de apoio para a ampliação do entendimento de como se deu o processo de matematização em um ambiente de modelagem matemática desenvolvido e orientado dentro uma de concepção crítica de educação. Enfatizo ainda que uma concepção crítica de educação, conforme apontou Giroux (1997), carrega a premissa da importância de se buscar a construção de uma linguagem educacional que seja capaz de auxiliar a ampliação do entendimento das relações entre escolarização e sociedade mais ampla, compondo, dessa forma, as bases de uma educação crítica voltada para a possibilidade da transformação e emancipação social.

O diálogo do décimo segundo encontro (uma análise do grupo acerca do projeto de modelagem) encontra-se em seguida:

João Vila: *Aí Edu, escreve aí: “café matemático”* (Expressão que adotávamos ao nos referirmos aos encontros do grupo, uma vez que sempre fazíamos um lanche coletivo antes de iniciarmos os trabalhos com o projeto)

Alair: *É, café matemático... <risos>.*

Pesquisador: *Vamos começar pela Isadora, para falar sobre o projeto. Eu gostaria que vocês falassem primeiramente da parte da matemática, tá bom? Podem falar o que foi válido, o que não foi, e o que vocês esperavam do projeto, o que foi bem utilizado neste projeto...*

João Vila: *Da parte matemática, por causa do CFEM e essas coisas nós já falamos...*

Neste momento a professora Sulamita chega e peço-a para participar diretamente das discussões. Sulamita além de ter colaborado e assumido a responsabilidade de filmar as interações e os processos discursivos construídos ao longo do projeto de matemática, também teve um papel importante no mesmo, principalmente que, vez ou outra, se “integrava” ao grupo dando sugestões, discutindo, e até mesmo avaliando as “decisões” ali tomadas.

Pesquisador: *A gente viu toda a problemática das cidades que envolvem questões em torno do minério, e nós aproveitamos isso para desenvolver o projeto de matemática. O que foi legal na matemática, o que vocês aprenderam aqui? Podem ficar à vontade para falar o que foi bom e o que não foi, sem o propósito de falar que tudo foi bom, já que a gente sabe que nem sempre é assim.*

Isadora: *Ah, eu achei, igual a gente fez a possibilidade, não é, pode mudar, mas a gente calculou, essa possibilidade, na matemática isso é muito importante para retratar o que pode acontecer...*

Pesquisador: *Por exemplo, na curva logística, naquelas hipóteses que nós fizemos, o valor do a (constante para a qual a curva tenderia), você gostou muito da forma como o cálculo foi feito...*

Isadora: *É! Talvez fosse se estabilizar não é? Tende a se estabilizar. Eu não vejo ponto negativo no projeto não.*

Pesquisador: *E o uso da Tecnologia, porque nós usamos muito, não foi?*

Isadora: *Ah! Isso ajudou muito, deu uma grande diferença!*

Pesquisador: *Agora vamos à Tamires, que no princípio ela chamou muito a minha atenção, por que no início ela falou assim: “não sei se quando a matemática entrar para valer eu irei gostar tanto”. Só que vocês utilizaram a matemática aqui aliada às tecnologias. Aí eu queria que você desse a sua opinião com relação a isso.*

Tamires: *Com certeza, a tecnologia ajudou, nossa, ajudou demais. Francamente, se tivesse que fazer tudo à mão, principalmente os cálculos, não sei se iria gostar da forma que gostei. Mas eu gostei muito mais da primeira fase do trabalho, que a gente ficou discutindo a situação. Mas a parte da matemática me ajudou bastante, eu aprendi logaritmo, eu aprendi coisas que eu não sabia, como a regressão linear, eu nem sabia que existia regressão, eu aprendi isso. Ajudou-me bastante a entender.*

Pesquisador: *Agora eu vou pedir o Alair para falar, porque o João Vila já tinha uma experiência com modelagem...*

Alair: *Eu acho que eu sou meio suspeito para falar, pois desde quando eu entrei no Instituto, me dava bem em Matemática, gosto de Matemática, quero seguir no ramo porque eu quero fazer engenharia. Mas achei muito bom o projeto, principalmente a parte da matemática, porque a gente vai relembrando os conteúdos que nós tivemos no decorrer do ensino médio. E a parte da tecnologia ajuda bastante, é uma “mão na roda” não é? Economiza tempo e incentiva a gente a desenvolver, é muito bacana. Eu*

gostei muito também da parte em que a gente ia para a internet, para pesquisar. Isso mostrou como podemos nos tornar um pouco mais cidadãos. Nós conseguimos ver a respeito dos tributos arrecadados pelo governo, onde eles são empregados, qual é a participação de cada imposto no orçamento do nosso município. Então eu achei que o projeto foi bacana, muito positivo, foi válida a experiência...

Pesquisador: *Esta parte para mim também foi novidade, até para o professor, porque eu também não sabia muita coisa disso não...< risos>. Agora nós vamos pegar aqui o Edu, e depois a Sulamita, porque você vai falar também, tá bom?*

Edu: *Bom eu achei legal porque mostrou um lado mesmo da matemática que eu não conseguia entender direito. Essa possibilidade de, até de prever mesmo o crescimento máximo, eu não sabia disso. Então eu achei interessante esse ponto também. E por ser uma pesquisa de “matemática crítica” ampliou muito os conhecimentos sobre o que a gente trabalhou não é? O caso da arrecadação do CFEM daqui de Congonhas...*

Pesquisador: *E você João? O que você achou do projeto?*

João Vila: *Ah, eu achei bacana, porque como eu já tinha visto ano passado, no PIBIT Jr., essas questões das retas que tem, porque antes eu achava que a matemática, como o pessoal falava, não servia para usar para nada na vida. Mas na engenharia você usa muito matemática. Mas você continua pensando, o que eles usam, então, para fazer isso ou aquilo (...). Aí, neste trabalho de modelagem a gente percebe que se pode pegar uma coisa real, transformar em matemática e tentar prever alguma coisa. Igual a gente fez com o CFEM ali, a gente tentou, prevendo que ao longo dos anos ia se estabilizar.*

Pesquisador: *Vocês acham que um projeto desse jeito, assim igual ao que nós fizemos, eu sei que é muito difícil trabalhar com todo mundo dentro de sala de aula, mas vocês acham que se o ensino tivesse esse tipo de projeto, durante o ano, porque o projeto pode caminhar por muito tempo, e por isso ser paralelo às aulas, seria válido?*

Tamires: *Acho que seria sim, mas também eu entro com uma coisa: não deveria ser uma matéria obrigatória, por que tudo que é obrigatório fica um negócio (...)*

Alair: *Fica chato!*

Tamires: *Eu tenho que estudar aquilo para fazer prova, você cria raiva daquela matéria. Não sendo obrigatório, igual a gente fez assim por prazer, é totalmente diferente. Você está fazendo porque quer, porque você tem consciência de que aquilo vai te ajudar. Agora, aquelas matérias que você fica aprendendo para fazer prova e tal, você não tem consciência que aquilo vai te ajudar, você vai fazer aquilo para você passar de ano. Eu acho isso!*

Edu: *Eu acho que a possibilidade do projeto te apresenta uma nova forma de trabalhar com a matemática. Isso incentiva e a pessoa acaba aprendendo muito com isso. Igual, por exemplo, exercícios de livro: a distância do centro da circunferência até um ponto tal (...). Para que? <risos>. Isso aí (apontando para o modelo logístico na tela do computador) é um exemplo muito claro da utilidade da matemática.*

Isadora: *Eu concordo com o Eduardo, eu acho que isso estimula mais mesmo, você está calculando uma coisa que você não imagina, uma coisa que você pensa que nem existe assim, você vai levar a sério?*

Pesquisador: *Mas vocês têm matérias técnicas que também mostram as aplicações, alguma coisa lá...*

Tamires: *Mas nós que fazemos curso médio integrado ao técnico temos essa visão, essa ajuda. Mas e as escolas que não têm? Os alunos ficam assim: gente, para que eu estou aprendendo isso, eu vou fazer o que com isso?*

Pesquisador: *Todo mundo que vocês têm contato fala disso?*

Tamires: *Ah sim, com certeza! Eu tenho colegas meus que falam assim: para que eu vou estudar Física? Eu não vou seguir na Física. Mas, igual a gente que faz um curso técnico, nós sabemos que a física ajuda a, por exemplo, entender o funcionamento de um motor, por que nosso curso é integrado, e muda bastante. Agora para quem não tem esse conhecimento...*

Pesquisador: *E você Alair, já falou?*

Alair: *Eu acho que a opinião aqui é unânime, porque a gente fazendo um projeto desses, de modelagem matemática, a gente consegue exemplificar uma utilização da matemática na sociedade, onde a gente enxerga uma aplicação clara. Aí, é muito bacana, é um fator de estímulo, ajuda o aluno a aprender matemática, porque ele está vendo uma aplicação física daquilo, como acontece, é interessante sim ter um projeto assim.*

Pesquisador: *Então agora eu quero ouvir a opinião da Sulamita. Ela é uma professora aqui do Instituto, então eu a convidei para filmar, mas ela, como professora de matemática às vezes não aguentou ficar só na filmagem não, às vezes ela colaborava com o grupo (...). Então a Sulamita entrou pouco depois da primeira parte, onde a gente pesquisou os dados. Você pegou somente os resultados, não foi? Eu queria saber o que você achou, se você achou bacana essa parte da modelagem...*

Sulamita: *Bom, primeiramente quando o Wanderley me chamou para filmar eu não imaginei que eu teria alguma participação. Mas foi igual ele falou, professor de*

matemática não dá conta de ver as coisas e não participar, não é mesmo? Ele quer fazer e tal (...). E agora, eu achei muito interessante o seguinte: alunos do ensino médio (...), porque a minha vivência é com alunos que não fazem o curso técnico, agora é que eu tenho começado a vivenciar essa realidade, de alunos que fazem o curso técnico, o amadurecimento de vocês em discutir estas questões, os palpites, as falas, e mesmo o interesse em fazer essas pesquisas, e fazer também essas previsões, não é mesmo? Então usando um conhecimento, que como nós fizemos naquele exemplo da árvore não é mesmo? Os pontos certinhos, os pontos quase todos na reta não é? Inclusive, para mostrar isso, que na realidade, na matemática, muita gente também precisa tomar decisões. Quando naquela hora que nós tomamos vários pontos da arrecadação do CFEM, não é isso? Então nós, (...), nós? Já estou eu me colocando, não é? Vocês tiveram que optar: não, estes pontos aqui, se forem considerar esses pontos eu não vou conseguir uma linearização para fazer essa regressão. Então eu preciso tomar uma decisão! Que decisão eu vou tomar? Então eu achei muito importante que o grupo assumiu a decisão. Não, nós vamos então tomar esses últimos valores, e aí vamos partir deles e, a partir disso aí nós vamos fazer o nosso estudo. E saber mesmo que na prática, quando você faz uma modelagem, ela é uma situação próxima. Então se a gente encontrou lá 26,44(...) é esse valor mesmo que era...

Tamires: 28, 1414!

Sulamita: *É isso mesmo, eu sabia que tinha um quatro, <risos>, 28,14 que aquilo ali, para fazer aquilo ali, a gente escolheu pontos, desprezou algumas coisas, então aquilo ali é uma previsão, que pode ser 30 ou 26 não é? Porque a gente está fazendo uma aproximação. Eu fiquei realmente encantada, sabem?(...) encantada com o trabalho com vocês no projeto. Porque eu acho (...), eu vejo assim as opiniões fundamentadas. Não é aquilo, ah, eu acho que é isso, eu acho aquilo, vou fazer isso porque eu acho que (...). Então, eu acho que o trabalho foi fantástico.*

Pesquisador: *Eu quando fiz o convite para vocês, eu até falei claro lá na sala de vocês: Não é obrigatório, é para quem quiser participar. Tanto que nós começamos com sete, não é? E terminamos com cinco. E todo trabalho de projeto envolve muito a participação do grupo não é mesmo? Porque o grupo (...), o grupo tem que funcionar para o projeto sair, porque com um trabalho solitário é mais difícil...*

Tamires: *Muito mais! Aqui a gente falava: esse parêntese está a mais (...).< risos>.*

Pesquisador: *E aí, Sulamita? Dá para você aplicar isso numa aula...*

Sulamita: *É isso que eu queria comentar. Eu vejo que um trabalho desses, um projeto desses para uma sala de aula, eu não tenho hoje convicção que seja um trabalho que vá produzir os mesmos frutos. Exatamente isso...*

Pesquisador: *Mas a Tamires deu uma opinião importante...*

Sulamita: *É por isso que eu ia falar. A Tamires falou uma coisa muito interessante. Então vamos fazer uma coisa extra, como o que foi aqui, vocês começaram com sete, agora dois saíram. Então a vontade de participar tem que prevalecer. Pois se fosse assim, nós vamos fazer e dos 100 pontos do ano, vão valer 30 pontos. Aí o pessoal vai fazer pelos 30 pontos e não pelo interesse de pesquisar, de buscar, não é?*

Pesquisador: *É, dá muito trabalho...*

Sulamita: *E exige a questão da maturidade. O aluno que se propõe a fazer isso mostra uma maturidade maior que os outros, com certeza!*

Pesquisador: *Agora eu tinha uma dúvida que eu queria perguntar para vocês, porque tirando o João Vila, porque ele foi meu aluno de iniciação científica (...). Você participou do projeto de livre e espontânea “pressão” João? <risos>*

João Vila: *Não, não. <risos>*

Pesquisador: *Eu fiquei com receio de vocês não participarem, pois a hora que eu vi que vocês não tinham nenhum horário disponível, vocês fazem dezenove matérias, e tinha somente um horário livre na quarta-feira. Vocês acreditam que eu mudei meu horário aqui no Instituto para quarta-feira. Eu ia dar aula na quinta-feira, aí eu mudei para quarta-feira só para fazer esse projeto com vocês. Porque eu queria ficar o tempo inteiro aqui no Instituto, vocês entenderam? Se precisasse ficar mais tempo eu ficaria com vocês aqui. Por que uma coisa é fazer o projeto estando aqui, outra coisa é você vir para cá, só para fazer o projeto e ir embora. Aí, eu fiquei com muito medo de vocês não participarem do projeto. Aí, só para a gente finalizar, eu queria saber sobre a expectativa de vocês, o antes e o agora. Foi isso mesmo? O que houve de novo? Vocês esperavam que fosse uma coisa e foi outra?*

Isadora: *Ah, para mim foi só melhorando.*

Pesquisador: *É que no princípio parece que a gente não lidou muito com a matemática em si, não é?*

Isadora: *Mas é importante também para compreender.*

Tamires: *Eu, ironicamente pensei que eu iria pior na parte da matemática. Não que eu fiquei assim, uma estrelinha brilhando, mas eu fui razoável.*

Pesquisador: *Isso é que eu queria saber. Lá na aula vocês também ajudam um ao outro?*

Tamires: *Dentro da sala acontece, na matemática nem tanto, mas nas outras matérias acontece isso, de um ajudar o outro, a gente não tem muito isso de um ser melhor, na hora todo mundo ajuda um ao outro.*

Pesquisador: *E você João, o que você achou do projeto?*

João Vila: *Eu estou pensando aqui, o pessoal quando ia iniciar o projeto, igual você estava falando, o pessoal achou que cada um ia fazer uma parte aqui e tal, e o pessoal pensou: eu vou fazer um negócio aqui só por fazer, aí ele vai ficar chateado comigo, e é muita coisa, ainda tem a escola, e é muita coisa, aí o pessoal começou a sair já. Só que é outra coisa, é todo mundo fazendo em grupo, cada um ajudando um ao outro, não tem ninguém por si só não. Igual o pessoal achou, que era cada um sozinho, fazendo as contas no seu próprio canto, para depois juntar tudo...*

Tamires: *Nossa, quando eu pensei nisso, eu falei: não vou nisso nem por decreto...*

João Vila: *Só que é todo mundo junto.*

Pesquisador: *Por que Tamires?*

Tamires: *É! Quando você chegou lá, ah é um projeto de matemática, que não sei não sei o quê (...). Eu peguei e falei: nossa! Cada um fazendo sozinho! Ah, eu não vou lá de jeito nenhum, eu não vou fazer nada naquele negócio.*

Pesquisador: *E por que você resolveu vir?*

Tamires: *É por que a Isadora falou que era em grupo. Aí eu falei que não era em grupo não. Então ela falou para eu tentar...< risos >*

Sulamita: *Mas uma coisa que eu achei interessante neste grupo foi o interesse deles, e como não foi difícil para eles juntarem esse conhecimento da realidade com a matemática. Eles conseguiram extrapolar, não é? Como é que chama isso mesmo?*

Pesquisador: *Criar um modelo?*

Sulamita: *Não, não, a partir do modelo...*

Pesquisador: *Criar conjecturas?*

Sulamita: *Fazer conjecturas, exatamente. E se acontecesse isso assim, e se acontecesse isso, porque no ensino médio acadêmico você não tem essa maturidade, não tem. Então foi muito legal. Então eu acho que como alunos do ensino técnico, como vocês são, vocês se destacaram mesmo, na postura crítica em relação à situação. E a partir do modelo fazer inferências, fazer conjecturas e discutir sobre elas...*

Tamires: *Mas não querendo valorizar os professores, de fazer “puxa-saquismo” os professores aqui da nossa escola, os professores das áreas de humanas incentivam muito nosso lado crítico, quase todos eles. Isso eu acho que, pelo menos cada um de nós aqui da escola vai sair com um lado crítico aguçado. Porque os professores incentivam. Porque a gente não está no primeiro ano, a gente está no terceiro ano, e com os mesmos professores. Tá certo que eu concordo com você, tem gente aqui que possui uma maturidade maior que o pessoal da nossa idade. Concordo, isso eu concordo, mas nossos professores ajudam bastante.*

Sulamita: *Eu fiquei muito impressionada, de uma forma favorável, à postura de vocês sabem? Fiquei mesmo. Não são pessoas que vão sair por aí aceitando qualquer coisa em relação à vida, à política, à sociedade, não é?*

Pesquisador: *E você Alair, fala da sua expectativa, em relação ao antes e depois do projeto.*

Alair: *Quando o Wanderley fez o convite para a gente participar do projeto eu pensei que era algo puramente matemático, igual aos próprios exercícios que a gente tem em sala. Eu ia pegar e desenvolver só contas, matemática e matemática (...). Aí a hora que a gente viu a arrecadação dos impostos, onde cada coisa ia ser aplicada, como que é, me deu um choque, foi completamente diferente do que eu estava esperando. Eu acho que foi muito bom, gostei muito.*

Pesquisador: *E você Edu?*

Edu: *Pois é, agora eu tenho uma visão diferenciada da matemática, de onde ela pode ser aplicada. Eu cresci muito do pouco tempo que nós passamos aqui. Assim, deu para aprender muita coisa.*

No diálogo produzido pelos participantes neste décimo segundo encontro foi possível destacar, dentre outros, dois elementos que considero importantes para entender e elucidar a forma como fora desenvolvido o processo de matematização da situação-problema requisitada e vivenciada pelo grupo no projeto de modelagem.

O primeiro desses elementos está relacionado com as características do ambiente investigativo construído pelo grupo que possibilitou, conforme destacou o enunciado da professora Sulamita, aos *alunos do ensino técnico fazer inferências, fazer conjecturas e discutir sobre elas*. Devo sublinhar que o processo de produção de conjecturas, inferências, negociações e tomada de decisões que alimentou o processo de matematização do projeto de modelagem contou com a formação e o fortalecimento de

uma parceria firmada entre o grupo de modelagem e tecnologias, influenciando sobremaneira a construção das ideias matemáticas ali produzidas. O processo de matematização foi, dessa forma, constituído e estabelecido por esses “atores”, denominado “seres- humanos- com tecnologias” por Borba e Villarreal (2005).

O segundo elemento também está relacionado com a construção do ambiente, entretanto, aponta para as características que fazem com que esse ambiente se desenvolva dentro de uma concepção educativa que entende que a experiência humana ali organizada deva contribuir para (e possibilitar) uma inserção crítica e emancipadora dos estudantes, professores e demais pessoas ali envolvidas, na realidade social e política na qual estão inseridos, tal como discutido por Giroux (1997). Destaco, novamente, as palavras enunciadas pela professora Sulamita (*Eu fiquei muito impressionada, de uma forma favorável, à postura de vocês sabem? Fiquei mesmo. Não são pessoas que vão sair por aí aceitando qualquer coisa em relação à vida, à política, à sociedade...*).

Estes dois elementos serviram como base para a seleção e análise dos enunciados produzidos e estabelecidos pelos participantes do grupo de modelagem, ao longo dos encontros proporcionados pelo projeto. A intenção foi buscar evidências que sustentassem tanto a afirmação, quanto a constatação, de que o processo de matematização, desenvolvido pelo grupo de modelagem nesta pesquisa, ocorreu por meio do coletivo denominado *seres-humanos-com-tecnologias* (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Além disso, o material empírico produzido foi analisado dentro de uma preocupação que procurou elucidar a constatação e afirmação de que o discurso que sustentou as interações construídas no processo de matematização, ao longo do desenvolvimento do projeto, foi majoritariamente atravessado por valores que historicamente não são contemplados pelo discurso predominante da matemática tradicional, tal como a valorização das aproximações em detrimento das certezas, bem como da busca da resposta única, como geralmente ocorre nos ambientes de ensino e aprendizagem em Educação Matemática que se apoiam no paradigma do exercício (SKOVSMOSE, 2000).

Na sequência, apresento como se deu o último e décimo terceiro encontro do grupo, que foi a construção de um debate que envolveu as principais lideranças políticas da região do Alto Paraopeba com a comunidade ampliada do IFMG.

6.1.13. Décimo terceiro encontro (Quinta-feira, 30 de junho de 2011): o debate com as lideranças políticas do Alto Paraopeba

Após a concretização da construção do modelo logístico, bem como da entrevista coletiva final, concedida pelos participantes para a avaliação do projeto, efetivada ao longo do décimo segundo encontro, continuei incentivando o grupo para finalizar o trabalho com uma apresentação dos principais resultados alcançados pelo projeto de modelagem para a comunidade ampliada do IFMG. Além disso, vislumbrava poder contar com a participação dos prefeitos das cidades da região, principalmente da possibilidade dos mesmos promoverem, em conjunto com a comunidade do IFMG, um debate envolvendo questões pautadas com a temática explorada no projeto, que foi a relação da exploração mineral com o desenvolvimento das cidades do Alto do Paraopeba.

Para efetivação desse debate, orientei o grupo a agendar uma reunião com o então diretor do Campus Congonhas⁷¹, no sentido de contar com a intermediação do mesmo para formalizar o convite junto aos prefeitos das cidades de Congonhas, Ouro Branco, Belo Vale, Conselheiro Lafaiete e São Brás do Suaçui.

O Diretor do Campus, mostrando-se favorável à iniciativa tomada pelo grupo, esforçou-se para a consolidação do debate com as lideranças políticas, conseguindo, desta forma, garantir a presença do prefeito de Congonhas e de representantes das prefeituras dos municípios de Conselheiro Lafaiete e Ouro Branco para o debate, que foi agendando para a data de 30 de junho de 2011, às 10 horas, no auditório do campus de Congonhas.

Além dos diretores, servidores, professores e alunos do Campus de Congonhas, a apresentação do projeto e o debate contaram, na época, com a participação das seguintes lideranças políticas da região: prefeito do município de Congonhas e presidente da AMIG (Associação dos Municípios Mineradoras do Brasil), Anderson da Costa Cabido; vereador de Congonhas, Rodolfo Gonçalves; secretário de administração e fazenda do município de Ouro Branco, Messias Alves de Paula; secretário de planejamento do município de Conselheiro Lafaiete, Hamylton Reis Simões; gerente executivo, Renato Cimminelli, e coordenadora da plataforma do Alto Paraopeba, Maria de Lourdes, ambos pertencentes ao CODAP (Consórcio para o Desenvolvimento do Alto Paraopeba).

⁷¹ Eleonardo Pereira.

Cabe salientar que não foi possível realizar uma orientação sistemática e coletiva com os participantes do projeto visando à elaboração de uma apresentação do grupo para o debate. Dessa forma, a orientação para a apresentação se deu de forma aleatória e, na maioria das vezes, individualizada. Como o grupo havia produzido um rico material empírico durante a pesquisa, orientei os componentes para fazerem uma exposição de como foi desenvolvida a temática, apontando, principalmente, a importância da experiência proporcionada pela participação no projeto.

Nessa direção, o grupo iniciou a exposição com uma breve apresentação dos componentes, bem como da visão que cada um obteve com a experiência no projeto. Em seguida, apresentei para o público os propósitos do projeto, bem como os principais resultados construídos pelo grupo ao longo dos encontros (Anexo II).

Na sequência, o prefeito do município de Congonhas e diretor da AMIG, iniciou uma espécie de palestra para o público abordando principalmente a necessidade de realizar-se uma política de revisão de marco regulatório, visando, desta forma, corrigir as *distorções históricas pela cobrança irrisória de um bem nacional* que era o minério de ferro.

Aqui cabe destacar que o debate foi alimentado por intervenções que o público presente fazia à mesa debatedora. Destacarei neste trabalho, duas dessas intervenções que praticamente balizaram a temática explorada. A primeira delas, lançada por um dos alunos do Instituto ao então prefeito de Congonhas, procurava entender porque a Compensação Financeira pela Exploração Mineral era considerada pequena, uma vez que *a população de Congonhas falava que muito dinheiro da exploração do minério chegava à prefeitura*.

Para responder a esta pergunta Anderson Cabido utilizou-se de um exemplo singular para esclarecer que, apesar da cidade receber o maior valor da CFEM da região, tal compensação era irrisória. O exemplo explorado pelo então presidente da AMIG tomava o valor monetário de uma camisa, com o emblema do IFMG, usada por um aluno do terceiro ano integrado naquele debate, estimada em R\$ 40,00 (quarenta reais). Segundo o prefeito, *se uma indústria recebesse o equivalente ao percentual dos royalties do minério de ferro na comercialização daquela camisa, caberia à mesma ficar com 2% do preço estimado, ou seja, R\$ 0,80 (oitenta centavos), o que não dava para pagar nem o próprio material utilizado para a confecção das camisas*. Entretanto, na sequência do debate, o então prefeito mostrou-se favorável à política de aumento,

investimento e exploração de minério de ferro na região, uma vez que *a tonelada do minério de ferro tinha atingido a maior valorização no mercado internacional*.

A segunda intervenção, feita ao final do debate, partiu do presidente da CODAP, Renato Cimminelli, que pediu a palavra para posicionar-se que não era favorável, e nem apoiava a política de investimento da indústria associada à exploração mineral na região tal como vinha sendo conduzida historicamente na região e no Brasil. Segundo o presidente *a região teria que mudar o seu perfil industrial investindo na área de serviços*.

Esta intervenção e perspectiva lançada pelo presidente da CODAP permitiram que os participantes do debate adentrassem em uma nova maneira de encarar a realidade histórica da região. Cabia ali discutir, ou simular, uma possível tomada de decisão política: de se apoiar a manutenção da atividade mineradora da região ou lutar por uma estratégia que possibilitasse mudar, mesmo que de maneira lenta, o perfil da região, ou seja, lutar por uma política de valorização e investimento industrial em áreas que não estão atreladas diretamente com a exploração comercial da *commodities* do minério de ferro.

Cabe aqui destacar que esse debate promoveu discussões entre o IFMG e os representantes do polo de excelência mineral e metalúrgico para a criação de uma parceria entre estas instituições e o município de Congonhas, principalmente na direção de se empreenderem esforços para o desenvolvimento de projetos voltados para o aprimoramento dos alunos e o desenvolvimento da região.

Ressalto que a culminância do projeto de modelagem matemática com o debate permitiu ao grupo, bem como à comunidade ali presente, viver a experiência da construção de um ambiente que vislumbrava tanto a aproximação quanto a interação com as diversas vozes de setores representativos da esfera política e social da região do Alto Paraopeba. Não é sem razão que, dentro da perspectiva da Educação Matemática Crítica adotada no projeto, o interesse em aproximar as pessoas do contexto de uma atuação mais sistemática em processos decisórios de relevância sociopolítica carrega a ideologia que alimenta o processo educativo vislumbrado pela mesma. Nesse sentido, contribuir para que homens e mulheres se apropriem de um discurso crítico é acreditar na possibilidade dos mesmos, conforme destaca Freire (2003), assumirem aquela que é considerada sua característica ontológica, ou seja, a de “serem mais” dentro de uma coletividade marcada por relações complexas. O *ser mais* na concepção de Paulo Freire tem conexões estreitas com a participação cada vez menos ingênua e, portanto, marcada

por um movimento dialético na busca do desenvolvimento de uma consciência cada vez mais crítica na direção da construção de uma sociedade mais justa e democrática.

Quanto mais crítico um grupo humano, tanto mais democrático e permeável, em regra. Tanto mais democrático, quanto mais ligado às condições de sua circunstância. Tanto menos experiências democráticas que exigem dele o conhecimento crítico de sua realidade, pela participação nela, pela sua intimidade com ela, quanto mais superposto a esta realidade e inclinado a formas ingênuas de encará-la. (FREIRE, 1975, p.95)

CAPÍTULO 7

A ANÁLISE GERAL DOS ENCONTROS

O objetivo deste capítulo é construir uma análise geral dos encontros e explicitar as principais características assumidas no processo de matematização ao longo dos encontros do projeto de modelagem. Interessa-me, portanto, apontar como essas características foram se conformando e consolidando na trajetória desses encontros. Para atingir esse objetivo utilizei três categorias de análise, que, a meu ver, melhor serviram de apoio para subsidiar a compreensão dos principais resultados que emergiram desta pesquisa. As categorias de análise utilizadas foram:

- a) O movimento da Ideologia da Certeza.
- b) As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's).
- c) A inserção crítica.

Essas categorias foram sendo construídas aos poucos, e surgiam na medida em que as análises individuais dos encontros iam se desenvolvendo. Tal como apontou Alves-Mazzotti (2001), o pesquisador, à medida que vai fazendo as análises do material empírico produzido, deve procurar identificar temas, relações e criar categorias que possibilitarão aperfeiçoar as análises anteriores. Foi com esse procedimento que procurei, a cada encontro, “buscar novos dados”, complementares ou específicos, que puderam auxiliar a construção dessas três categorias criadas. Esse procedimento de construir as interpretações do processo de matematização pouco a pouco, possibilitou-me estabelecer um “processo de sintonia fina” que foi se desenvolvendo desde as análises individuais dos encontros até “a análise final” (ALVES-MAZZOTTI, 2001, p.170).

7.1. O movimento da Ideologia da Certeza

O processo de matematização empreendido pelo grupo de participantes desta pesquisa foi analisado considerando as múltiplas influências trazidas por seus componentes no novo ambiente construído para o desenvolvimento do projeto. Desta forma, cabe apontar que procurei encontrar evidências de como os valores, as crenças, e as ideologias incorporadas pelos diversos espaços sociais frequentados pelos

participantes do projeto, de forma regular, condicionaram o processo de matematização empreendido pelos mesmos nesta pesquisa.

Destaco que os enunciados travados e assumidos pelos participantes serão analisados, principalmente, no sentido de buscar uma compreensão do movimento e da posição tomada pela Ideologia da Certeza ao longo dos procedimentos adotados no processo de matematização.

Início destacando as interações produzidas no sexto encontro quando o grupo procurava reunir esforços para representar, por meio de uma descrição matemática, uma curva que melhor descrevesse a evolução dos dados estatísticos do CFEM na composição orçamentária da cidade de Congonhas ao longo dos anos.

Naquele encontro, as justificativas elaboradas pela escolha da curva exponencial (curva I da FIG. 3) por Tamires, e pela curva de crescimento exponencial assintótico (curva III) por João Vila, reforçam as reflexões de Bakhtin (2000) de que os enunciados refletem as ideologias que emanam das diferentes esferas das atividades sociais vivenciadas por esses sujeitos.

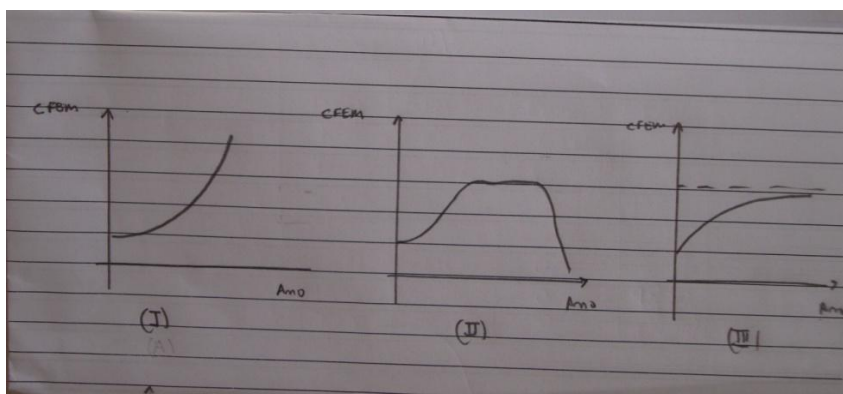


FIGURA 3 - As “escolhas” gráficas dos participantes para a evolução do CFEM

No caso específico desta pesquisa, posso inferir que o espaço da própria disciplina da matemática escolar foi tomado como base por Tamires para sustentar a “sua escolha” pela curva da função exponencial, ainda que seu enunciado apresentasse argumentos ligados às questões mais complexas, de ordem histórica, vinculadas à exploração mineral (*Sempre vai ter exploração, e a demanda sempre vai aumentar*).

O procedimento de se considerar que problemas abertos, como geralmente são explorados em projetos de modelagem na Educação Matemática, podem ser tratados da mesma forma que problemas artificiais do livro texto, como geralmente acontecem na tradição do ensino da matemática escolar (BORBA, SKOVSMOSE, 1997), já foi

destacado anteriormente por Araújo (2002, 2009). A autora levantou a hipótese de que a estratégia de se utilizar, sem muita justificativa, uma função conhecida da matemática escolar em projetos de modelagem pode estar associada com a forma de interpretação dos objetivos propostos nos projetos de modelagem pelos alunos. Tal como destacaram Araújo e Barbosa (2005, p. 91), possivelmente os alunos interpretam que “abordar conhecimentos matemáticos” em projetos de modelagem matemática é mais importante.

Da mesma forma, posso apontar que a “escolha” de João Vila apoiou-se na experiência proporcionada por sua participação em um projeto de iniciação científica júnior de modelagem matemática, para apontar que a curva III, a mesma utilizada por ele para retratar matematicamente uma determinada situação-problema naquele projeto, seria a que melhor descreveria o comportamento da evolução do CFEM de Congonhas.

João Vila, logo no começo do processo de matematização foi enfático ao reforçar sua posição preferencial pela curva III que retrataria a evolução do CFEM: *Vai crescer, mas depois vai estabilizar.*

Ao suspeitar que no início do processo de matematização a Ideologia da Certeza possivelmente estava presente na forma com que os participantes “escolheram” as funções, procurei, nos encontros seguintes, elementos que pudessem elucidar a forma com que os mesmos interpretavam as atividades de modelagem (ARAÚJO; BARBOSA, 2005). Gostaria, portanto, de entender por meio de seus enunciados, se havia um discurso ideológico que sustentava que não há a necessidade das escolhas das curvas matemáticas passarem pelo crivo de uma investigação empírica (BORBA; SKOVSMOSE, 1997).

Aqui cabe lembrar, conforme nos aponta Bakhtin (2000), que falamos através de gêneros discursivos que trazem as marcas das crenças desenvolvidas, reforçadas e advindas das esferas sociais das quais participamos, das pessoas com as quais convivemos e nos rodeiam nesses espaços. Dentro dessa perspectiva, “as formas típicas de enunciados, isto é, os gêneros do discurso, introduzem-se em nossa experiência e em nossa consciência conjuntamente, sem que sua estreita correlação seja rompida” (BAKHTIN, 2000, p. 302).

Posso inferir que os elementos trazidos pelos componentes do grupo em suas experiências nos ambientes tradicionais da matemática escolar, que geralmente se sustentam dentro de uma racionalidade que abstrai a importância do conhecimento empírico, reforçam a crença do poder ilimitado da matemática. Não é sem razão que Souza (1999), ao discorrer acerca do deslocamento histórico da racionalidade da

ciência, destaca que a matemática, a partir da revolução científica, desenvolveu-se dentro de uma perspectiva racionalista e metódica. O autor sublinha que, historicamente, a forma de se trabalhar com sua estrutura simbólica e com seu sistema lógico, vem influenciando sobremaneira a concepção de ensino da mesma, o que ajuda a reforçar a crença de que a matemática, por ser uma ciência exata, está livre de contradições.

Ainda que as marcas da Ideologia da Certeza mostrassem sua força neste início do processo de matematização, alimentadas, muito provavelmente, pelas experiências dos participantes nos ambientes de ensino e aprendizagem de Matemática considerando suas trajetórias escolares, eu vislumbrava a possibilidade de essa ideologia ser desafiada ao longo do projeto.

Caberia, dessa forma, entender como o grupo, ao longo do processo de matematização, compreendia a necessidade da construção de hipóteses para a escolha de uma curva para retratar, de maneira *aproximada*, a evolução de uma variável muito complexa, como a compensação financeira dos *royalties* do minério de ferro. Posteriormente pude verificar que o grupo a assumiu uma concepção, na qual, já não era mais imperativo fazer uma defesa acerca da exatidão e a perfeição atribuída à matemática ao longo do processo de matematização no projeto.

Foi dessa forma que, após Tamires justificar sua opção pelo gráfico da função exponencial (*até 2020 eu acredito que não vai parar de crescer não*), em oposição ao gráfico da curva logística sugerida por mim, destaquei que *ela não está errada não, ela está supondo, é uma premissa, não é? A gente não sabe o que pode acontecer, pode ser que seja assim mesmo* (mostrando o gráfico de crescimento exponencial proposto por Tamires). Ainda considerando a continuidade dessa interação discursiva travada pelo grupo, reforcei *pode ser que seja um ou outro. Se ela (a Tamires) está falando isso, ela está se baseando em que?*

Cabe aqui salientar que, embora eu apresentasse a possibilidade de o processo de matematização contemplar uma ou outra opção gráfica para a formulação do modelo de crescimento do CFEM (*a gente pode utilizar um dos dois gráficos. Eu acho..., eu sou um pouco pessimista, eu acho que não vai crescer tanto assim não* - indicando a curva de crescimento exponencial - *Mas nada impede que seja de seu jeito viu, Tamires?*), meu enunciado sustentou a preferência pela curva logística. Posso salientar que, ainda que esta minha posição seja traduzida por um convite para o grupo adentrar num

ambiente investigativo (SKOVSMOSE, 2000), tal como reforcei no enunciado (*se a gente supuser que vai ter uma estabilidade, então a gente pode tentar encontrar qual será a arrecadação máxima com o tempo*), o processo de negociação foi prejudicado, uma vez que a hipótese defendida por Tamires de não haver uma estabilização do CFEM, no período estimado, não foi devidamente abraçada pelo grupo, principalmente por mim.

Acredito que se, no processo de negociação da escolha da função, eu levasse em consideração a defesa de Tamires pela curva de crescimento exponencial, o ambiente investigativo poderia ser enriquecido qualitativamente, uma vez que ambos os modelos, o exponencial e o logístico, poderiam ser utilizados no processo de matematização.

Cabe aqui destacar que não se podem desconsiderar as marcas e reminiscências de toda uma formação profissional e educativa regulada majoritariamente por uma racionalidade instrumental e tecnocrática (GIROUX, 1997) vivenciada pelo professor e pesquisador neste trabalho científico, mesmo quando o mesmo abraça o movimento da Educação Matemática Crítica. Apoio-me nas contribuições teóricas de Bakhtin (2000), para inferir que, o “novo” ambiente que vinha sendo construído pelo grupo de modelagem, também contemplava, de forma combinada, os diferentes gêneros discursivos, relativamente estáveis, advindos da participação de seus membros, sejam eles alunos, professores, ou pesquisadores, nas diferentes esferas de atividades educacionais vivenciadas pelos mesmos. Portanto, é relevante apontar e reforçar que o processo de matematização se desenvolvia na confluência das crenças, valores e ideologias trazidas por essas esferas sociais, principalmente as educativas. Diante disso, as ações forjadas nesse encontro de diversos gêneros discursivos servem para entender a construção do ambiente que se instaurava pelo grupo de modelagem. Neste encontro há o estabelecimento de enunciados híbridos, que alimentava tanto a construção do ambiente quanto o processo de matematização no mesmo. Com isso, quero aqui sublinhar que, no processo de matematização empreendido pelo grupo, o movimento da Ideologia da Certeza, ora evidencia o seu enfraquecimento, ora reforçava o poder atribuído a essa ideologia.

As marcas do movimento da Ideologia da Certeza foram elucidadas através da compreensão de como as diferentes esferas educativas frequentadas pelos participantes condicionaram a participação dos mesmos no projeto, além, é claro, da forma com que influenciam a própria Matemática.

Na sequência, mostro evidências de que, no ambiente construído pelo grupo para o desenvolvimento do projeto de modelagem, a matematização ali empreendida favoreceu um movimento de enfraquecimento da Ideologia da Certeza. Destaco que esse movimento contou, de forma decisiva, com as contribuições advindas das Tecnologias da Informação e Comunicação, bem como das concepções assumidas e estabelecidas pela forma com que as diversas disciplinas das áreas técnicas utilizam a matemática.

7.2. As TIC's e o processo de matematização

A partir do sétimo encontro, a movimentação do grupo para a construção do modelo logístico para retratar a evolução do CFEM passou a contar, de uma forma bem significativa, com a parceria firmada entre os mesmos e as tecnologias ali utilizadas. De forma mais precisa, os recursos oferecidos pelo *software Excel* possibilitaram ao grupo adentrar num processo investigativo no sentido de elaborar uma simulação para atender a um pretendo crescimento logístico da evolução do CFEM da cidade de Congonhas.

Inicialmente, o exemplo tomado do livro de Bassanezi, que retrata o crescimento de uma árvore, com dados fictícios, auxiliou o grupo a trabalhar com as “múltiplas representações” (Borba e Villarreal, 2005) da função do modelo logístico que seria construído. Dessa forma o “pensar com” as tecnologias favoreceu o grupo a construir e manipular tabelas, inserir fórmulas nas planilhas eletrônicas, bem como construir gráficos associados às mesmas. Combinado a isso, a utilização do recurso de regressão linear do *software* possibilitou ao grupo compreender o comportamento das variáveis altura e taxa de crescimento relativo da árvore, assim como a relação entre elas, e estimar a altura máxima que a árvore atingiria.

Naquele encontro, foi produzido o Gráfico 7, da relação entre as variáveis citadas, bem como o resultado da regressão linear. Cabe aqui destacar que a visualização gráfica proporcionada pelos recursos do *software* utilizado auxiliou o grupo a entender que a taxa de crescimento relativo da altura da árvore era linear, bem como apresentava uma taxa de variação negativa. Esta compreensão teve um desdobramento importante para o processo de matematização que envolveu uma tomada de decisão do grupo no oitavo encontro. Naquele encontro, durante os procedimentos utilizados para estimar a capacidade máxima que o CFEM alcançaria, o grupo viu-se em

um impasse: a relação entre o valor do CFEM e taxa de crescimento relativo do mesmo não tinha o aspecto semelhante ao do crescimento do exemplo fictício da árvore construído no oitavo encontro, conforme se pode verificar no Gráfico 9 construído pelo grupo. Após a construção desse gráfico de dispersão o grupo travou um processo discursivo com implicações importantes para a compreensão de como as ideias ali se conformavam.

Pesquisador: *O que está acontecendo com a taxa de crescimento relativo do CFEM?*

Tamires: *Tá variando, tem hora que cresce, tem hora que diminui.*

Pesquisador: *A dispersão vai ser péssima, concordam?*

Tamires: *Sim, vai ser péssima, péssima (...).*

Pesquisador: *Então quais pontos nós podemos pegar que vocês acham que vão passar uma reta?*

Tamires: *os pontos de 2007 a 2010.*

João Vila: *Aqueles três pontos.* (referindo-se aos três últimos pontos do gráfico).

Alair: *Sim.*

Quando perguntei ao grupo quais dos pontos deveriam ser considerados, uma vez que o gráfico de dispersão estava “péssimo”, tal como reforçou Tamires, a mesma aluna, na sequência, apontou os pontos relacionados aos anos de “2007 a 2010”. Os pontos escolhidos por Tamires também tiveram a aprovação de João Vila (*Aqueles três pontos*) e Alair (*sim*).

A compreensão de que os pontos a serem considerados deveriam proporcionar uma taxa de crescimento relativo negativa na curva de regressão, compreensão esta advinda das ações do sétimo encontro, levou o grupo a “escolher” os três últimos pontos.

Aqui cabe sublinhar que a própria matemática estava sendo utilizada para direcionar escolhas nos dados do problema. Isto tem conexões com que Skovsmose (2007) denomina de *matemática em ação, uma vez que ela é utilizada para subsidiar a tomada de decisão em modelos matemáticos*.

Os pontos escolhidos seriam importantes para o grupo, uma vez que seriam utilizados no processo de regressão linear para determinar o valor máximo que se aproximaria a evolução do CFEM na curva logística a ser construída. Cabe sublinhar que a decisão tomada pelo grupo foi favorecida pela forma com que o ambiente

construído explorava os recursos tecnológicos, utilizando, por exemplo, as planilhas eletrônicas, que além de gerar gráficos, também possibilitam criar fórmulas e fazer a regressão linear de dados empíricos como os produzidos nesta pesquisa pelo grupo de modelagem. Isso reforça o construto teórico proposto por Borba e Villarreal (2005), segundo o qual a construção das ideias matemáticas é potencializada pelo coletivo seres-humanos-com-tecnologias. Da mesma forma, isso mostra como o coletivo pensante, formado pelo *grupo de modelagem - com tecnologias*, vinha dando sinal de sua evolução.

Entretanto, a experiência de se trabalhar com tecnologias, principalmente *softwares* gráficos, não foi uma exclusividade proporcionada pelo projeto de modelagem. Ainda que na disciplina de matemática esse potencial não tivesse sido empreendido, os alunos faziam um curso técnico em Mecânica, no qual algumas disciplinas também utilizam e exploram os recursos tecnológicos, com aulas em laboratórios de informática, ou aulas práticas que possibilitavam levar para a cena educativa da área técnica atividades que promovem a experimentação. Essa constatação pôde ser verificada no diálogo travado pelo grupo durante o oitavo encontro destacado na sequência.

Pesquisador: *É igual eu falei, a situação real é diferente do livro. Vocês já viram uma situação aplicada na Matemática?*

Alair: *Na Matemática não, mas em Instrumentação (disciplina da área técnica do curso de Mecânica) já vimos.*

Pesquisador: *Na Matemática não?*

Alair: *Na matemática não.*

Pesquisador: *Nas áreas técnicas vocês mexem com simulação? Quando vocês lidam com dados reais as coisas não são tão diretas, tem que investigar mais...*

Alair: *Sim.*

O enunciado destacado por Alair apontou a disciplina de Instrumentação como aquela que realizava as simulações. Aqui cabe apontar que aquela disciplina explorava atividades relacionadas com a construção de peças e máquinas em três dimensões pelos alunos no laboratório de informática, utilizando-se, para isso, os recursos

proporcionados por um determinado *software*⁷². Desta forma, o *pensar com* as tecnologias dentro das áreas técnicas é também potencializado e incentivado por aquela disciplina. Essa forma de utilizar a tecnologia, de vislumbrar a construção de um ambiente onde as simulações são exploradas, dentro de um processo de interatividade, alimenta o desenvolvimento do que Levy (1993) denomina de *conhecimento por simulação*. Segundo o autor, o conhecimento por simulação se aproxima de uma forma de produção de conhecimento que traz consigo, por sua capacidade operatória facilitada pela interação e *feedback* “um conhecimento menos absoluto que o conhecimento teórico” (LEVY, 1993, p. 125).

Essa característica estabelecida na produção de conhecimento auxiliou o grupo a também trazer, para o ambiente de modelagem ali construído, uma forma de tratar o processo de matematização na qual a crença nas certezas matemáticas já não era tão fortalecida como no início do processo da escolha da função evidenciada no sexto encontro. Se, por um lado, o nono encontro foi marcado pelo retorno do grupo ao processo de matematização envolvendo a construção do modelo logístico do exemplo fictício da árvore, no décimo primeiro encontro o grupo deu continuidade à construção do modelo logístico do crescimento do CFEM. A partir desse encontro o grupo estabeleceu um processo de simulação no qual o movimento de enfraquecimento da Ideologia da Certeza (Borba; Skovsmose, 1997) pôde ser verificado. O termo “simulação” será aqui tomado dentro de sua conotação interativa, ou seja, considerando o conjunto de ações e ideias que permitiram ao *coletivo pensante* fazer suposições, criar hipóteses e simular os efeitos das decisões assumidas ao longo do processo de matematização.

Destaco parte da interação ocorrida durante o décimo primeiro encontro quando o grupo desenvolvia o modelo logístico e construía, numa mesma planilha do *software Excel*, uma tabela com os dados obtidos e ajustados da evolução do CFEM, bem como os gráficos associados às mesmas. Nesse encontro o grupo protagonizou a seguinte interação discursiva:

Pesquisador: *Tem jeito de colocar os dois gráficos num mesmo sistema de eixos?*

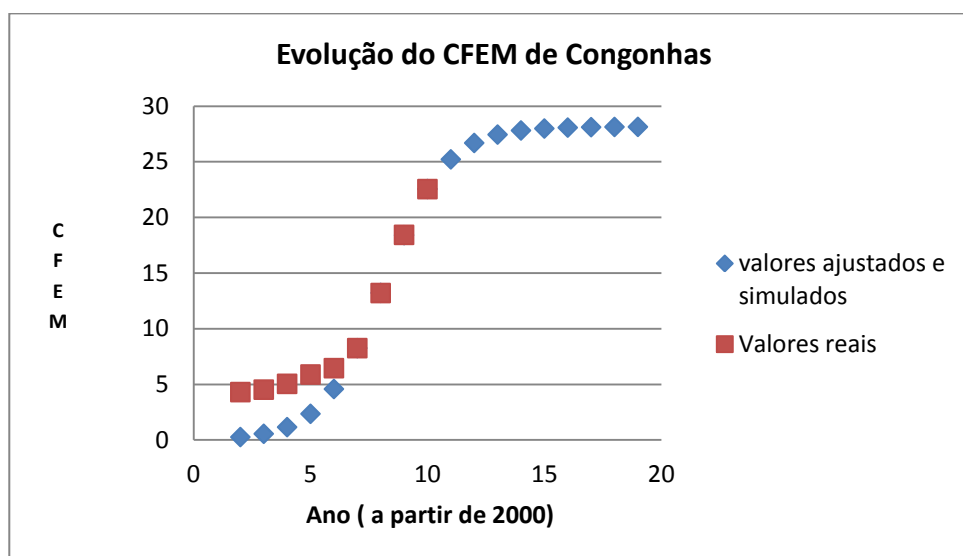
⁷² Esta informação foi dada pelo próprio professor da disciplina de instrumentação, em janeiro do ano de 2013, quando o mesmo, atendendo a uma solicitação minha, procurou descrever o conteúdo explorado em sua disciplina, bem como a forma ou metodologia utilizada.

Tamires: *Ah! A gente fez isso no encontro passado. (Referindo-se ao final do décimo encontro, no qual tive que me ausentar quando os mesmos construía o modelo logístico).*

Alair: *Ah é! A gente fez isso. Me deixa fazer de novo...*

João Vila: *Coloca o 11 e o 12 também...*

Os participantes do projeto conectaram o computador num projetor para ter, numa tela maior, uma ampliação dos gráficos. O gráfico destacado na sequência mostra os valores observados do CFEM, ao longo do período de 2002 a 2010, e os valores ajustados do mesmo período, bem como as simulações do valor do CFEM feita pelo grupo.



Pesquisador: *Olha lá os gráficos, um em cima do outro, está vendo Edu, quem é o vermelho ali?*

Edu: *O real, dados real.*

Alair: *O azul é o ajustado.*

Pesquisador: *Vocês estão vendo que ficaram, a partir daquele ponto ali, muito próximo, depois daqueles pontos que nós pegamos, lembram quais foram?*

Tamires: *De 2007 a 2010.*

Alair: *Mas tem o de 2012 ainda.*

João Vila: *Mas de 2012 é a previsão.*

Pesquisador: *Então aqueles dois lá são nossa previsão? (referindo-me aos anos de 2012 e 2013).*

João Vila: *coloca até o 20 (ano de 2020).*

Pesquisador: *Nossa! Está tendendo para quanto?*

João Vila: *Vinte e oito.*

Alair: *Vai estabilizar.*

Tamires: *É, vai estabilizar.*

Pesquisador: *E vocês acham que esses valores de estabilização... (Neste momento os participantes trabalham para melhorar o design do gráfico)*

Alair: *Olhe lá, está estabilizando (...).*

Pesquisador: *É, está estabilizando. Mas a estabilização é nossa hipótese, pode ser que não estabilize.*

Alair: *Olhe, chegou em 28.*

Tamires: *Chegou.*

João Vila: *Não passa de 28,14.*

Tamires: *Não passa de 28,1, mas chega em 28.*

Pesquisador: *Nunca vai passar? Vocês acham que passa ou não?*

Tamires: *Pelos nossos cálculos, né?!*

Pesquisador: *Pelos nossos cálculos nunca vai passar...< risos>.*

Tamires: *Justamente, pode vir um boom de novo, aí e abaixar (...).*

Pesquisador: *E também pode...*

Tamires: *Pode abaixar.< risos>.*

Pesquisador: *O modelo matemático é isso, ou seja, você faz esse modelo todo bonito aí para retratar essa situação. Mas pode ser que não retrate bem (...).*

Alair: *Quer dizer que dentro de nossa perspectiva, por volta de 2019, vai começar a estabilizar, a diminuir o crescimento...*

Pesquisador: *É, o CFEM no início vai aumentando bastante, depois vai... igual vocês falaram...*

Tamires: *Permanecer constante.*

As enunciações dos participantes do projeto, considerando este e os demais encontros, como sublinho na sequência, trazem evidências de que no processo de matematização empreendido pelo grupo não há o fortalecimento da crença de que o modelo matemático ali produzido é algo absoluto, verdadeiro e que retrata fielmente

uma situação tão complexa como a evolução do CFEM. Quando, por exemplo, eu lancei a pergunta sobre a possibilidade do valor assintótico, calculado em 28,14 milhões de reais pelo grupo, ser ou não ultrapassado pela curva logística, (*Vocês acham que vai passar?*) Tamires utilizou-se de um argumento ligado à complexidade econômica que poderia fazer invalidar as hipóteses por nós assumidas na construção do modelo logístico (*Pode vir um boom de novo aí e abaixar...*). Já João Vila se apegou, inicialmente, ao valor assintótico calculado na construção do modelo e respondeu (*Não passa de 28,14, mas chega em 28*). Entretanto, o entendimento de que o modelo por nós construído não passava de uma representação de uma situação hipotética foi destacado por João Vila no décimo segundo encontro, quando o mesmo sublinhou: *Neste trabalho de modelamento a gente percebe que pode-se pegar uma coisa real, transformar em matemática e, tentando, brincar de prever alguma coisa. Igual a gente fez com o CFEM ali, que a gente tentou e previu que ao longo dos anos ia se estabilizar.*

Posso inferir que o processo de simulação, possibilitado pela construção do modelo de crescimento do CFEM, permitiu ao grupo desenvolver, e se apropriar, de um discurso no qual não cabia uma afirmação de que o caminho ou modelo construído era falso ou verdadeiro. Uma compreensão de que as ideias matemáticas ali construídas possibilitavam simular “*uma possibilidade*”, tal como interpretou Isadora no diálogo destacado na sequência, durante o décimo primeiro encontro, aponta para essa constatação. Tais possibilidades apontam para a interpretação de que tais simulações se configuram como aproximações, sugerindo que “*novos caminhos*”, ou formas de matematizar a situação explorada, podem ser consideradas como pertinentes.

Os enunciados construídos pelos componentes do grupo ao longo dos encontros, principalmente ao final dos mesmos, quando procurávamos refletir acerca de como o processo de matematização vinha se desenvolvendo e contribuindo para o grupo ampliar o entendimento dos desdobramentos da relação entre a mineração e o desenvolvimento da região, serviram de apoio para elucidar como esses caminhos ou formas de matematização eram interpretados pelos componentes do grupo. Na sequência destaco as enunciações advindas da interação discursiva do grupo no décimo primeiro encontro:

João Vila: *Neste trabalho de modelamento a gente percebe que pode-se pegar uma coisa real, transformar em matemática e, tentando, brincar de prever alguma coisa. Igual a gente fez com o CFEM ali, que a gente tentou e previu que ao longo dos anos ia se estabilizar.*

Isadora: *Ah... Eu achei... Igual a gente fez uma possibilidade não é? Pode mudar, mas a gente calculou essa possibilidade. Na Matemática isso é muito importante, para retratar o que pode acontecer.*

Edu: *Bom, eu achei legal porque mostrou um lado da matemática que eu não conseguia direito. Esta possibilidade de até prever mesmo, o crescimento máximo, eu não sabia disso.*

Os enunciados dos participantes do projeto trazem evidências de que o processo de matematização foi evoluindo em um ambiente onde não se consolidavam as certezas matemáticas (Borba; Skovsmose, 1997), e sim procedimentos e construções de ideias matemáticas que permeavam um ambiente investigativo voltado para a realização das simulações tal como destacou Isadora (*a gente fez uma possibilidade*). Nesses ambientes as simulações são colocadas em ação e circunscrevem-se num contexto onde as pretensões à verdade são fragilizadas. Da mesma forma, pode-se verificar que os discursos produzidos pelos participantes do projeto se afastam daqueles que normalmente predominam no “gênero discursivo da matemática escolar”, que é a “generalização e a precisão” (Simões, 2010, p. 68).

Entretanto, essa característica não pode ser atribuída exclusivamente pela forma com que o projeto foi conduzido e orientado. Conforme destacarei na sequência, a pesquisa revelou que “as verdades matemáticas” foram fragilizadas principalmente em razão da contribuição trazidas pela área técnica, isto é, e da forma como algumas disciplinas da área técnica do Instituto utilizam ou aplicam a matemática. Foi possível perceber, através dos enunciados construídos pelos participantes do projeto, um consenso acerca do fortalecimento dessa influência, principalmente em razão da forma com que as aplicações da matemática na área técnica são concebidas. Os resultados desta pesquisa apontaram que tais aplicações não carregam dentro de si uma valorização exaustiva das verdades matemáticas, como se pode verificar nos enunciados produzidos pelos participantes, protagonizado durante o décimo segundo encontro.

Pesquisador: *Com relação às hipóteses que tivemos que assumir para construir o modelo e determinar a arrecadação máxima...*

Tamires: *Eu achei interessante porque essa parte... essa parte eu já estou acostumada a fazer cálculos que me mostram que a coisa pode não dar muito certo, ou pode dar errado (...). Porque a gente faz um curso técnico que nos mostra isso, por exemplo: se*

você for usar isso aqui, não vai dar para fazer, você tem que usar outra. A gente aprendeu isso (...). Não tem um só caminho, há várias possibilidades, vários caminhos.

Alair: *Também na área técnica, além de não ter um único caminho, tem algumas coisas que não tem uma única resposta. Por exemplo: quando você vai fazer um dimensionamento de uma engrenagem, existe um determinado valor que, a partir daquele valor, o seu sistema vai funcionar perfeitamente, ou seja, não precisa ter exatamente um valor x .*

Tamires: *Estamos acostumados que, na nossa área, pode ou não pode, depende da ocasião. O professor Cláudio, na área de engenharia, disse que a melhor resposta é depende. Depende da situação, depende da aplicação. Mas aí você avalia como possível, não possível ou se vale ou não à pena.*

Pesquisador: *E na Matemática?*

Alair: *A Matemática é exata, não é? Ou é ou não é! Tem aquela resposta que a gente tem que chegar nela.*

Pesquisador: *E na modelagem?*

Alair: *Na modelagem pode variar, depende de vários fatores. Pode ocorrer algum fenômeno aí que a gente não estava prevendo que pode alterar o resultado.*

Pesquisador: *Qual a diferença entre estudar a matemática no livro e a matemática com a modelagem?*

Isadora: *No livro tem aquele caminho e aqui a gente vai ver, pode acontecer isso, pode haver uma tendência, mas se mudar tal fator pode acontecer isso...*

Alair: *Tem todo um contexto social e físico que a gente consegue ver.*

Tamires: *A gente enxerga a situação, com a modelagem, já com a matemática do livro, da matemática tradicional não.*

Considerando a interação discursiva explicitada acima, pode-se perceber a existência de dois “gêneros discursivos estáveis”, assumidos e solidarizados pelos participantes do projeto quando chamados a refletir sobre a(s) forma(s) como o conhecimento (matemático) foi ou é tratado nos ambientes experienciados no cenário educativo, sejam aqueles contemplados pelas disciplinas da área técnica ou pela própria matemática escolar.

Quando são levados a refletir acerca da matemática escolar, as expressões que predominaram nos enunciados foram aquelas que conferem à mesma o seu caráter de exatidão, de certeza, como destacou Alair (*A Matemática é exata não é? Ou é ou não é!*)

Tem aquela resposta que a gente tem que chegar nela), bem como do caminho único, que geralmente utilizam para resolver exercícios do livro de matemática, como destacou Isadora (*No livro tem aquele caminho*). Os enunciados de Isadora e Alair reforçam as reflexões trazidas por Borba e Skovsmose (1997) de que a exatidão e o caminho único, amplamente privilegiados em ambientes de Educação Matemática, se relacionam com uma concepção de ensino que, de alguma forma, estão associadas e realimentam a visão absolutista da matemática, dentro da qual o conhecimento matemático posiciona-se no interior do reino das verdades inquestionáveis.

Todavia, quando os participantes do projeto se referem às disciplinas técnicas, assim como na matemática do projeto de modelagem, os enunciados são atravessados por discursos que não reforçam a valorização das verdades matemáticas, nem o caráter de infalibilidade ligada à mesma. Diante desse cenário, os enunciados destacam as “possibilidades” de serem construídos diversos “caminhos” para uma situação-problema, caminhos estes que apontam para a valorização do caráter aproximativo que um resultado pode assumir numa determinada situação, em detrimento daquele resultado exato e único contemplado pelo jogo discursivo predominante da tradição da matemática escolar. Não é sem razão que Bakhtin (2000, p. 285) destaca que “Os enunciados e o tipo a que pertencem, ou seja, os gêneros do discurso são as correias de transmissão” das concepções que estão disseminadas nas “atividades humanas”.

As enunciações construídas por Alair e Isadora ilustram essa situação:

Alair: *Na modelagem pode variar, depende de vários fatores. Pode ocorrer algum fenômeno aí que a gente não estava prevendo que pode alterar o resultado.*

Isadora: *No livro tem aquele caminho e aqui a gente vai ver, pode acontecer isso, pode haver uma tendência, mas se mudar tal fator pode acontecer isso...*

Tomando como base as enunciações no seu âmbito global, posso inferir que as mesmas compõem um quadro no qual há a existência de uma dualidade discursiva. Neste quadro a matemática é tomada como referencial e situa-se em dois ambientes: o ambiente da sala de aula ou de ensino e aprendizagem de matemática, e os outros ambientes de ensino vinculados à área técnica, dentro dos quais a matemática é referendada dentro de sua aplicabilidade. Assim, quando se referem às áreas técnicas ou ao próprio projeto de modelagem, as expressões que predominam estão relacionadas com uma forma de investigação que traz em seu bojo a valorização da experimentação,

das simulações, dentro das quais as produções de hipóteses podem conduzir à construção de caminhos e respostas diferenciadas e até aproximadas. Entretanto, considerando as reminiscências trazidas pelos participantes do projeto quando explicitam suas experiências e vivências relacionadas com a matemática disciplinar, o discurso predominante é aquele que contempla a Ideologia da Certeza, tal como discutido por Borba e Skovsmose (1997). Cabe reforçar que, nos ambientes de Educação Matemática que valorizam sobremaneira o resultado único, a busca pela exatidão e a difusão da verdade inquestionável, bem como a infalibilidade associada aos resultados matemáticos, auxiliam a difusão de uma concepção de ensino dentro do qual a Ideologia da Certeza ocupa um lugar privilegiado (Borba, Skovsmose, 1997).

Diferentemente, tal como destacou Borba (2001, p. 293), a experimentação e as simulações desenvolvidas pelo coletivo *seres-humanos-com-tecnologias* possibilitam a construção de “caminhos alternativos” em ambientes de ensino e aprendizagem de Matemática, podendo, por exemplo, deslocar a “ênfase no método dedutivo analítico” que valoriza o rigor matemático, para o “método de tentativa e erro”. Aqui cabe destacar que em ambientes onde são valorizadas as simulações, a pretensão à verdade diminui uma vez que as críticas são substituídas pelas correções dos erros (LÉVY, 1993).

Assim, como em algumas das disciplinas das áreas técnicas que valorizam as experimentações e simulações, fazendo uso de recursos tecnológicos ou o desenvolvimento de um processo interativo proporcionado pela combinação matemática aplicada e recursos tecnológicos, os participantes do projeto de modelagem mostraram que há conexões entre a forma com que as ideias matemáticas são constituídas nos ambientes da área técnica e aquela conduzida e explorada no projeto. A interação discursiva ocorrida no décimo primeiro encontro, quando o grupo, construía o modelo logístico ilustra essa constatação.

Pesquisador: *Vocês utilizam na matemática alguma tecnologia?*

Isadora: *Não.*

João Vila: *Só calculadora.*

Pesquisador: *Vocês já tiveram alguma experiência?*

Alair: *Não!*

Pesquisador: *E aqui no IFMG, qual disciplina que utiliza recursos tecnológicos?*

Alair: *Oh, na prática mesmo é modelamento (disciplina da área técnica do curso de mecânica) que faz projetos. Ano passado (2010) foi o AutoCAD, e no primeiro ano (2009), a gente tinha Iniciação a Ciência da Computação.*

Tal como apontou Alair, pelo menos quatro disciplinas estudadas na área técnica como Modelamento, AutoCAD⁷³ e Iniciação à Computação e Instrumentação podem ter favorecido aos estudantes do curso técnico do Instituto a desenvolver ou ter contatos com projetos de trabalhos nas áreas técnicas, dentro dos quais, possivelmente, o potencial das simulações fosse explorado, ou valorizado, de maneira prática ou teórica. Não é sem razão que Lévy (1993, p.122) destaca que os programas de projetos auxiliados por computador, favorecem os pesquisadores “a simular os efeitos de suas eventuais escolhas”. Considerando o espaço escolar eu incluiria, e denominaria como pesquisadores, estudantes e professores atuando em ambientes educativos investigativos.

Cabe destacar que os dois gêneros discursivos utilizados pelos participantes da pesquisa ao serem convocados para falar sobre a forma com que a matemática é concebida e utilizada tanto nas disciplinas que envolvem a área técnica quanto no projeto de modelagem, bem como na própria matemática escolar, revelam uma forma “padrão e relativamente estável de estruturação” dos enunciados (BAKHTIN, 2000, p. 279). Considerando o projeto de modelagem, o processo de matematização construído pelo grupo revelou que a forma com que a matemática foi concebida refletia as condições, as especificidades e as concepções que sedimentavam o caráter instrumental atribuído à matemática, tal como é utilizada pelas disciplinas da área técnica. Todavia, essa forma de matematização se afasta da forma como concebem a matemática enquanto disciplina, uma vez que os enunciados produzidos pelos participantes da pesquisa revelaram que a mesma é concebida para fortalecer a si mesma. Foi assim que Tamires destacou no décimo segundo encontro (*A gente enxerga a situação com a modelagem, já com a matemática do livro não*). O caráter instrumental atribuído à matemática é valorizado pela área técnica, e auxiliou sobremaneira a forma com que as ideias matemáticas puderam ser construídas no projeto. Assim como nas áreas técnicas, as ideias ali produzidas ou discutidas, sempre estavam bem próximas dos contextos que

⁷³ Disciplina de Desenho Mecânico que utiliza o *software AutoCAD* (Programa de projeto auxiliado por computador (LÉVY, 1993, p. 122)

a geraram. Os enunciados de Tamires e Alair, extraídos da interação do décimo segundo encontro, reforçam estes apontamentos:

A gente que ainda faz um curso técnico, a gente fala... isso ajuda para entender o funcionamento de um motor, sei lá... de um motor, alguma coisa assim, porque nosso curso é integrado e aí muda bastante. (Tamires)

... a gente fazendo um projeto desse de modelagem matemática, a gente consegue exemplificar uma utilização da matemática na sociedade, não é, na vida real, onde a gente vê uma aplicação clara. (Alair)

As significações trazidas pelos enunciados refletem como as diferentes esferas das atividades escolares, sejam elas da área técnica, ou da área da matemática enquanto disciplina, utilizam e concebem a matemática, o que traz importantes elementos para elucidar a compreensão de como se deu o processo de matematização empreendido pelo grupo de alunos no projeto de modelagem. Destaco, apoiando-me na teoria da enunciação de Bakhtin (2000), que as enunciações que emanaram dessas áreas “refletem as condições específicas e as finalidades de cada uma dessas esferas” (BAKHTIN, 2000, p. 279) no uso da matemática. Diante disso, se na área técnica a matemática é considerada como um importante instrumento, bem como os recursos tecnológicos lá utilizados, e ditam ou condicionam uma forma de utilizá-la para um determinado fim, a matemática, vista por meio de um prisma disciplinar, continua com o *status* que a sustenta como uma ciência voltada para si mesma.

Foi desta forma que o processo de matematização empreendido pelo grupo de alunos revelou que as amarras trazidas pela Ideologia da Certeza não se consubstanciaram plenamente. Este trabalho mostrou que houve um movimento de enfraquecimento dessa ideologia, possibilitado pelos procedimentos adotados no projeto como as construções das hipóteses, bem como a forma com que o modelo foi interpretado para “representar” matematicamente a evolução do CFEM no orçamento da cidade de Congonhas

Tal como foi destacado, a lógica que orienta as práticas forjadas no ambiente educacional de algumas disciplinas técnicas no Instituto Federal, onde não é atribuída uma certeza à matemática, tal como acontece em ambientes que aderem a uma prática tradicional de matemática, contribuiu sobremaneira para fragilizar a credibilidade dada à matemática no processo de matematização que culminou com a construção do modelo de evolução do CFEM pelo grupo de alunos participantes desta pesquisa. Entretanto,

não se pode negligenciar que, no início da construção do modelo, conforme foi destacado no quinto encontro, o processo de negociação empreendido pelo grupo na escolha de uma função que pudesse retratar a evolução do CFEM mostrou que reminiscências dessa ideologia estiveram presentes.

Conforme já discutido, a apresentação da função exponencial pela aluna Tamires e da função exponencial de crescimento inibido pelo João Vila foram parcialmente desconectadas do contexto que a geraram, acrescidos de ausência, ainda que de forma incipiente, de uma minuciosa discussão acerca das hipóteses e desdobramentos que o modelo matemático poderia ter. Essas observações permitem-me apontar que a Ideologia da Certeza não é algo fácil de se combater, reforçando, dessa forma, a pertinência desse desafio como uma das principais preocupações da Educação Matemática Crítica (BORBA, SKOVSMOSE, 1997).

Assim como Araújo (2012) lançou a necessidade de se investigar como poderia acontecer o encontro entre ambientes que desenvolvem projetos de modelagem, orientados sobre os pilares da Educação Matemática Crítica, e aqueles construídos dentro de uma concepção onde uma prática tradicional de matemática é contemplada, este trabalho, conforme compreendo, auxilia a busca da compreensão de como acontece, ou pode acontecer, parte desse encontro. Considerando que nesta pesquisa, este encontro se deu dentro de um universo com características específicas, ou seja, com o projeto de modelagem sendo desenvolvido com alunos do ensino médio integrado ao técnico, de uma escola técnica da rede federal de ensino básico, técnico e tecnológico, os resultados apontaram que, para além do processo de orientação dado ao projeto de modelagem, o movimento de enfraquecimento da Ideologia da Certeza pôde receber o apoio, ainda que de forma indireta, das disciplinas das áreas técnicas. Neste encontro, a forma com que a matemática e seu caráter instrumental foram amplamente valorizados pelas disciplinas das áreas técnicas, aliada a procedimentos educativos que valorizam a combinação experimentação/novas tecnologias, tanto em relação às disciplinas das áreas técnicas, quanto no projeto de modelagem propriamente dito, potencializaram e favoreceram a construção de um ambiente investigativo, dentro do qual as ideias matemáticas puderam ganhar fôlego, sendo alimentadas e construídas pelo coletivo *seres-humanos-com-tecnologias* (BORBA, VILLARREAL, 2005).

Isto sugere possibilidades de associação entre as disciplinas da área técnica e da própria matemática para um trabalho de cunho interdisciplinar envolvendo a modelagem matemática. Reforço esta posição considerando que a grade curricular que

compõe as disciplinas da área técnica, a matemática dentro de suas aplicações, vigora como um importante, senão como o “principal instrumento”⁷⁴ para a apropriação do conhecimento ali difundido. Cabe sublinhar que, o jogo discursivo construído pelos participantes desta pesquisa, principalmente quando convocados a refletir sobre os procedimentos e estratégias utilizados no processo de matematização ao longo do projeto de modelagem, mostrou que essa associação pode favorecer a construção de um ambiente de ensino e aprendizagem em matemática onde a Ideologia da Certeza pode ser desafiada com grandes possibilidades de se desenvolver um movimento de enfraquecimento da mesma.

Entretanto, me apoiando em Freire (1979), entendo que essa associação seja conduzida por uma concepção de educação que não promova a falsa dicotomia existente entre tecnologia e humanismo. O legado da obra de Paulo Freire nos ensina que se a educação desprezar a busca pela preparação técnica dos seres humanos, a batalha pelo desenvolvimento será perdida. Entretanto, esquecer-se da humanização nesse processo pode contribuir substancialmente para “levar o homem ao anonimato da massificação, de onde, para sair, necessitaria da reflexão mais uma vez, especialmente da reflexão sobre a sua própria condição de massificado” (FREIRE, 2003, p. 62).

Na sequência, procurarei mostrar como o ambiente desenvolvido pelo grupo contribuiu para os participantes debruçarem-se na análise do complexo contexto socioeconômico e político da sociedade na qual vivem, principalmente na compreensão de como, historicamente, o minério de ferro, tal como vem sendo explorado na região, pode, numa alusão à D’Ambrósio (1999) continuar trazendo *maravilhas e horrores* para as cidades que compõem a região do Alto Paraopeba.

7.3. A inserção crítica

Os primeiros encontros programados com o grupo para a discussão acerca do tema a ser investigado no projeto de modelagem “A importância da exploração mineral para o desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba” já sinalizavam para a complexidade histórica que implicaria tanto na compreensão quanto para a inserção crítica dos participantes desta pesquisa. A mobilização política das cidades mineradoras,

⁷⁴ A ênfase “principal instrumento” foi destacada por um professor da disciplina da área técnica do curso de Mecânica, denominada Ensaio Mecânicos, quando interrogado pelo pesquisador sobre o papel da matemática em sua disciplina.

que tinha como base a revisão dos *royalties* minerais, apesar de ser importante para a compreensão do tema, foi apenas um primeiro passo nessa direção.

Se por um lado, tal como destacou Marcos, no primeiro encontro, sua cidade natal, São Brás do Suaçui *estava preparando-se para receber um alto investimento* com a instalação de um complexo siderúrgico tecnológico de ponta, responsabilizando-se pelo desenvolvimento de produtos com alto valor agregado, como a fabricação de peças tubulares de aço sem costuras destinadas à indústria petrolífera e de gás, por outro lado, no terceiro encontro, Gerson apontou para uma situação adversa ligada à temática da exploração mineral vivenciada em sua cidade natal, Belo Vale. Sua cidade, na contramão do desenvolvimento esperado e anunciado pela cidade de São Brás passava por um processo dentro do qual os prejuízos econômicos associados à política de distribuição dos *royalties*, bem como aqueles relacionados aos danos ocasionados pelo impacto ambiental advindos da exploração predatória da atividade mineradora na divisa de sua cidade com Congonhas, eram amplamente sentidos (*eu estava conversando com o filho do prefeito de Belo Vale, ele estuda aqui. Ele me falou que a divisa dos municípios daqui da região é feita pelo rio. A mineradora está atuando no rio e está tirando barranco. Ela está diminuindo a área do nosso município. Com isso, Congonhas está recebendo parte do que era para Belo Vale receber. Então o pai dele foi a uma reunião para tentar resolver isso. Foi embargado, eles não podem mais pegar minério naquela região enquanto não resolver isso*).

O confronto dos significados subjacentes aos enunciados elucidados por Marcos e Gerson, nos primeiros encontros, mostra que uma inserção crítica dos participantes do projeto no entendimento da complexa realidade sociocultural, política, e econômica associada à temática da exploração mineral, demandavam um esforço na direção de se desenvolver uma forma de investigação dialógica e dialética que adentrasse na elucidação das adversidades relacionadas com o binômio minério de ferro/desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba.

Foi dentro desse esforço que o convite feito aos alunos participantes desta pesquisa foi se realimentando a cada encontro, uma vez que, conforme destaquei na análise construída do terceiro encontro, num primeiro instante o objetivo dos participantes em desenvolver o projeto estava condicionado a “aprender mais matemática”, como apontado pelo enunciado levado por Alair naquela ocasião (*Mas seu projeto tem o intuito de ensinar matemática também, através dessa pesquisa?*).

Para além de aprender matemática, a motivação para a inserção do grupo na análise da realidade sociocultural na qual os participantes estavam inseridos, carregava o interesse maior de auxiliá-los e motivá-los na direção do desenvolvimento do que Freire (2003) denomina de Conscientização, isto é: a capacidade de homens e mulheres, desenvolverem uma visão acerca do mundo, na qual estão condicionados, que ultrapasse a passagem de uma curiosidade ingênua para uma curiosidade crítica.

“O fato de me perceber no mundo, com o mundo e com os outros me põe numa posição em face do mundo que não é de quem nada tem a ver com ele. Afinal, minha presença no mundo não é a de quem nele se insere. É a posição de quem luta para não ser apenas objeto, mas sujeito da própria história” (FREIRE, 2003, p. 54).

Caberia ao grupo, dentro desse propósito, construir um processo de conscientização dentro do qual fosse colocada em prática uma curiosidade epistemológica. Tal como sublinha Freire (2003), tal curiosidade é proporcionada pela possibilidade de se construir um movimento de constante reflexão e ação advindas da apreensão do tensionamento que envolve polos dialéticos de uma dada realidade sociocultural. No caso específico desta pesquisa, esse tensionamento adveio do sentido e da ampliação da visão que os mesmos construíram acerca do binômio mineração-realidade socioeconômica e cultural das cidades do Alto Paraopeba, para além da construção do modelo matemático que foi desenvolvido pelo grupo nesta análise.

As análises da problemática feita através da leitura de artigos de jornais, bem como das discussões que se estabeleceram nestes encontros, alimentaram esse processo dialógico e dialético, o que pode ser percebido no enunciado levado por Alair no décimo encontro:

[...] é uma oportunidade que a gente tem de ver mais claramente o outro lado da moeda, pois a gente chega a Congonhas, cheia de mineradoras, a gente pensa que aqui é um lugar que tem emprego, aqui só tem coisa boa, as empresas trazem só coisas boas para a cidade, trazem melhorias, mas a gente vê que tem seus prejuízos também, que tem problemas de qualidade de ar, trânsito, superpopulação, pode dar problemas para o governo em relação à educação, saúde para todos, porque a população aumenta...

As leituras de matérias dos jornais motivaram importantes reflexões, principalmente na direção de elucidar para o grupo evidências relacionadas com o processo histórico de espoliação de nossa riqueza mineral que vem se reconfigurando ao longo dos tempos. Assim, como outrora foi com o ouro, e atualmente se reproduz com o

minério de ferro, nossa riqueza mineral é utilizada majoritariamente para alimentar o desenvolvimento de outras nações, em detrimento de sua utilização na direção da promoção de nosso próprio desenvolvimento nacional, tal como lutou a figura de Tiradentes (GONÇALVES, 2011). Dentro dessa perspectiva, a revisão da mudança da regra de compensação dos *royalties* em nada mudará ou amenizará a política predatória dessa investida histórica.

Essa posição foi defendida pelo presidente do Consórcio Público para o Desenvolvimento do Alto Paraopeba (CODAP) durante o debate promovido pelo grupo de modelagem com as lideranças políticas das cidades do Alto Paraopeba, no Instituto Federal, no décimo terceiro encontro. Neste, as lideranças políticas, ao discorrerem sobre questões que relacionavam a mineração com o desenvolvimento daquelas cidades, foram levadas a se posicionar acerca da pertinência e da possibilidade de se explorar a parte preservada da Serra da Casa de Pedra. Cabe aqui ressaltar a posição assumida pelo então prefeito de Congonhas e, naquela ocasião, presidente da Associação dos Municípios Mineradores do Brasil (AMIG). Como resposta à pergunta, o prefeito mostrou que, politicamente, não só lutava pelo aumento do percentual dos *royalties*, como, da mesma forma, mostrava-se igualmente favorável ao desenvolvimento da comercialização do minério de ferro, uma vez que *a tonelada do minério de ferro tinha atingido a maior valorização no mercado internacional*, o que deveria então ser aproveitado ao máximo.

Ainda que ele não colocasse de uma maneira direta sua posição acerca de ser ou não favorável à manutenção ou preservação da Serra, de onde é captada toda a água que abastece a cidade de Congonhas, a intervenção do presidente da CODAP, ao final do debate, quando pediu a palavra, mostrou toda uma convicção de que *a briga pelo novo marco regulatório não adiantaria nada*, uma vez que o grande desafio era *trabalhar para que as cidades do Alto Paraopeba desenvolvam esforços para construir e ampliar uma política industrial voltada para a área de serviços*, e não se agarrar à dependência da indústria exploratória do minério, nem mesmo no investimento de novas siderúrgicas, uma vez que *a China dominará o nicho da produção de aço no mercado internacional em pouco tempo*, portanto essa era uma *guerra com resultado já conhecido*.

Esta posição tomada pelo presidente da CODAP lembrou-me o enunciado proferido por Tamires, durante o oitavo encontro, quando o grupo discorria acerca justamente da mobilização popular da cidade de Congonhas em favor da manutenção da

parte preservada da Serra da Casa de Pedra, uma vez que a câmara de vereadores estava na iminência de votar contra ou a favor da manutenção do selo de preservação ambiental conferido à Serra da Casa de Pedra. Aqui cabe destacar que a exploração daquela reserva ambiental era objeto de desejo das principais mineradoras que atuavam na região. Naquele encontro, Tamires destacou que *olhando para o lado do emprego, até ia gerar mais, (se desapropriasse), mas como não beneficia nada aqui, vai tirar um bem natural para ficar sem ele, e ficar sem um monte de empregos também. Então é melhor deixar ela quieta lá, pelo menos preserva a natureza.*

A experiência da participação no debate com os prefeitos e as lideranças políticas, principalmente pela promoção das discussões, e, principalmente do embate proferido e assumido pelo então prefeito de Congonhas e pelo presidente da CODAP, mostrou-se relevante na direção de uma contribuição para um aprendizado acerca da importância da participação política de homens e mulheres nas questões e decisões públicas, principalmente porque estão diretamente relacionadas com as mudanças ou a permanência das condições históricas do entorno sociocultural na qual estão inseridos.

Não é sem razão que Freire (2003) nos adverte de que a superação dessas *situações-limites* demanda a tomada de decisão de homens e mulheres, ao mesmo tempo em que exigem uma inserção crítica no modo de relacionar-se com o mundo, o que necessariamente faz com que as decisões importantes sejam assumidas e recolocadas no centro de suas ações.

Aqui posso inferir que o processo de inserção crítica dos participantes do projeto foi se evoluindo ao longo dos encontros, e foi coroado com a promoção e a participação dos mesmos no debate político junto às principais lideranças políticas das cidades do Alto Paraopeba. Embora no início do projeto, conforme já salientei, o desenvolvimento dessa inserção crítica não estava no plano dos participantes do projeto de modelagem, uma vez que o interesse maior era “aprender matemática”, o enunciado de Alair, ao final do décimo segundo encontro, quando levado a refletir sobre sua expectativa sobre o antes e depois do projeto, resume todo o esforço do grupo para o processo de empreendimento dessa pretensa tomada de consciência acerca das questões relacionadas com a temática explorada:

“Quando o Wanderley fez o convite para a gente participar do projeto eu pensei que era algo puramente matemático, igual aos próprios exercícios que a gente tem em sala. É, eu ia pegar e desenvolver só conta, matemática e matemática(...). Aí, a

hora que a gente começou a pegar o lado social da coisa, assim(...), a gente viu a arrecadação dos impostos, onde cada coisa é aplicada, como é que é(...), me deu um choque não é! Foi completamente diferente do que eu estava esperando.”

Aqui cabe destacar que o projeto de modelagem matemática empreendido pelo grupo carregou o pressuposto ideológico de orientar-se dentro de uma racionalidade distinta daquela racionalidade puramente instrumental, servindo como base para o exercício de se construir um processo de matematização onde uma cultura crítica e emancipatória dos envolvidos pudessem ser contempladas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou compreender como se deu o processo de matematização quando um grupo de alunos do ensino médio integrado ao técnico do IFMG, do campus Congonhas, aceitou o convite para desenvolver um projeto de modelagem matemática orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

O processo de matematização foi analisado dentro das interações empreendidas pelos participantes do projeto, com destaque para as ações e a produção discursiva que emanou dessa interação.

Para subsidiar minhas análises, busquei autores do Campo da Educação Matemática, com destaque para Ubiratan D'Ambrósio e Skovsmose, bem como do Campo da Educação, como Paulo Freire e Giroux, cujas ideias partem de um núcleo comum em defesa do fortalecimento da educação na direção da emancipação humana.

Da Teoria Crítica, a grande contribuição foi aquela que apontou que a própria constatação da necessidade da emancipação humana já pressupõe a existência de sua dominação. Lutar para se construir um discurso crítico capaz de promover uma leitura das formas históricas e cambiantes de dominação das mulheres e dos homens em nossa sociedade requer a difícil tarefa de se instaurar o pensar dialético, e a educação pode assumir um lugar privilegiado e importante neste propósito. Segundo Giroux (1986), esta forma de pensamento possibilita às pessoas enxergarem as contradições históricas da existência humana, o que é um primeiro passo para igualmente buscarem forças para lutar por uma sociedade mais justa.

Considerando o legado da obra e pensamento de Paulo Freire, sua importância para este trabalho de pesquisa foi fundamental para elucidar o papel da educação problematizadora e dialógica para instrumentalizar homens e mulheres pela busca de sua vocação ontológica de *serem mais*. O Ser mais exige o esforço, e também a educação pode contribuir nesse processo, das pessoas não se limitarem a viver em um mundo já constituído, mas igualmente lutar para uma forma de transformá-lo. É dessa maneira que a passagem de uma forma ingênua de se relacionar com o mundo para uma forma que exige um movimento de reflexão-ação, capaz de alimentar um processo de aprimoramento das leituras e das respostas aos desafios impostos pela existência humana no mundo, que o *ser mais* se constituirá na práxis transformadora de sua realidade sociocultural.

Dentro das ideologias subjacentes ao interesse pela transcendência humana, bem como no papel importante que a Educação Matemática pode assumir nesse processo de “tensionamento entre ação-reflexão, teoria-prática, discussão e inserção crítica na realidade” (ZITTOSKI, 2010, p.65) é que compreendo que um ambiente crítico de modelagem matemática pode ser construído. Não é sem razão que D’Ambrósio (2008) defende que um ensino de matemática de natureza majoritariamente propedêutica, voltado para capacitação de uma mão de obra especializada deve ser repensado, uma vez que, segundo o autor, uma educação (matemática) com este propósito não merece receber a denominação de educação, uma vez que não contribui para que as pessoas participem da construção de uma sociedade com pretensões de levar o selo de democrática, tal como também defende Skovsmose (2007).

Considerando o campo da modelagem matemática, autores como Araujo, Barbosa, Borba e Jacobini também defendem que a Educação Matemática pode estar a serviço de uma ampla gama de interesses. Dessa forma, abraçam as concepções defendidas por Paulo Freire e D’Ambrósio, ao mesmo tempo em que nos auxiliam a não criar uma dicotomia entre os interesses voltados para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de matemática propriamente dito, e aqueles voltados para a inserção crítica e crescimento político das pessoas em seu universo sociocultural.

Foi principalmente com a contribuição desses autores que procurei analisar como se deu o processo de matematização quando um grupo de alunos voluntários aceitou o convite para construir um ambiente de modelagem matemática orientado na perspectiva da Educação Crítica.

Quando usei a expressão *matematização crítica* durante a escrita da tese, meu esforço foi de vislumbrar um ambiente de ensino e aprendizagem em matemática capaz de desenvolver e reunir características de um ambiente investigativo, tal como Skovsmose (2000) denomina de “cenários para investigação” e, ao mesmo tempo, um ambiente educativo que contemplasse um discurso crítico, tanto em relação à forma de “ler o mundo”, tal como defende a concepção educativa de Paulo Freire, como na forma de criticar a própria matemática como detentora de um poder absoluto e inquestionável, tal como defendem Borba e Skovsmose (1997).

Foi através da teoria da enunciação de Bakhtin (2000) que pude compreender que tal ambiente dificilmente reúne, de forma sistemática e entrelaçada, todas essas características, uma vez que há uma gama de vozes ideologicamente contraditórias que estão presentes e circulam na construção de um ambiente educativo .

Tal como destacou Bakhtin (2000), nossos enunciados não são individuais, uma vez que eles se constituem no cruzamento de várias vozes. Dessa forma, dependendo do ambiente, ou das esferas das atividades sociais que as pessoas frequentam, de uma forma mais regular, as ideologias, as crenças e os valores ali difundidos alimentam tanto a visão de mundo quanto o conteúdo dos enunciados que emanam em uma determinada interação discursiva.

Não é sem razão que, neste trabalho, pude inferir que o convite feito aos alunos para participarem de um projeto de modelagem matemática, que tinha como propósito explorar o tema da mineração e de sua relação com o desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba, foi “aceito” inicialmente de forma parcial, uma vez que, subjacente ao entendimento do mesmo, havia o “interesse” de se estudar “mais matemática”. Por essa razão, e com o propósito de se elucidar que o papel atribuído à matemática a ser desenvolvida no projeto de modelagem se deslocaria na direção de percebê-la como um importante instrumento para a ampliação da percepção crítica da situação-problema a ser investigada, foi que destaquei, em minhas análises, da necessidade de se fazer um segundo convite aos alunos. Se ao primeiro convite acompanhava o interesse em construir um ambiente investigativo voltado para o desenvolvimento de ideias matemáticas, o segundo convite trazia em seu bojo o interesse de se construir um ambiente iminentemente crítico. Dessa forma, inferi que o esforço e o empreendimento adotados na construção desse ambiente necessitaram desse duplo convite.

Cabe ainda destacar que o processo de matematização desenvolvido pelo grupo de modelagem, em resposta ao primeiro convite, foi favorecido e contou com o fortalecimento da unidade formada pelos “atores” grupo de modelagem e novas tecnologias, reforçando as pesquisas que mostram as potencialidades de construção de ideias matemáticas pelo coletivo *seres-humanos-com-tecnologias* (Borba, Villarreal, 2005). Entretanto, no caso específico desta pesquisa, a construção desse ambiente contou com a influência de algumas disciplinas das áreas técnicas que valorizam e promovem experiências pedagógicas com a inserção de novas tecnologias, o que contribui para que a construção do conhecimento também se estabelecesse com a interação entre alunos e tecnologias. Além disso, a forma com que a matemática é concebida e aplicada na área técnica mostrou ter características similares à matemática construída no projeto de modelagem, o que possibilitou que a Ideologia da Certeza (Borba; Skovsmose, 1997) pudesse ser desafiada. Os enunciados construídos pelos participantes do projeto revelaram a presença dessa forma de conceber a matemática

como um campo onde as verdades e o poder atribuído à mesma puderam ser fragilizados, embora as vozes que apoiavam a Ideologia da Certeza não desaparecessem por completo, principalmente quando a matemática, como disciplina, era colocada em relevo.

Com relação ao segundo convite, bem como ao seu aceite, entendo que há a necessidade de se alimentar ações coletivas na escola no sentido de se criar uma cultura voltada para a construção de um discurso de natureza crítica. Neste sentido, o projeto de modelagem matemática mostrou que o desafio de se estabelecer essa cultura, apesar de ser complexo, não é impossível, e pode sim ser abraçado pela escola. Ou seja, a construção de um ambiente crítico, tal como vislumbro em projetos de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica, necessita do auxílio de outras disciplinas, tanto das áreas técnicas como das áreas das ciências humanas e biológicas. A abertura a outras vozes e dimensões do conhecimento, às diferentes formas discursivas associadas às mesmas, pode favorecer a construção desse ambiente, e dentro deste, o exercício do constante tensionamento entre ação-reflexão, inserção na realidade e práxis transformadora, tal como concebe Freire (2003).

Esta pesquisa mostrou que a simples necessidade de se fazer e refazer o segundo convite para se desenvolver uma matematização crítica, já aponta tanto para a ausência quanto para a necessidade de se promover e construir uma cultura de um discurso crítico na escola. Ainda que os participantes do grupo de modelagem desta pesquisa empreendessem esforços neste sentido, este convite, inicialmente, pareceu estranho aos mesmos, como destacou Alair, no décimo segundo encontro, quando assumiu ter tido a sensação de *levar um choque* ao perceber que o projeto ia aliar a matemática ao estudo da relação entre o minério de ferro e o desenvolvimento das cidades do Alto Paraopeba.

Utilizar a matemática como um instrumento para interrogar, de forma dialética, os fatos do mundo é uma tarefa complexa. Contudo, é uma forma de contribuir para que homens e mulheres não se esqueçam de realimentarem a vocação ontológica de *serem mais* e de lutarem para construir uma sociedade mais democrática e justa.

Para finalizar, espero que essa pesquisa possa contribuir para ampliar o entendimento das questões pertinentes à temática investigada no campo da Educação Matemática. Da mesma forma, espero que ela possa inspirar outras pesquisas que tenham, como objeto de investigação, questões relacionadas com o processo de matematização em ambientes de modelagem orientados na perspectiva da Educação Matemática Crítica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, P.A; ADLER, P. Observational Techniques. In: DEZIN, N.; LINCOLN, Y. S.(Eds.). *Handbook of Qualitative Research*. California: Sage publications, 1994. Cap.23, p.377-392.

ADORNO, T, W. Educação após Auschwitz. In: *Adorno*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, p. 119-138, 1995(a).

_____. Educação e emancipação. In: *Adorno*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, p. 169-185, 1995(b).

_____. Educação Para Quê? In: *Adorno*. Rio de Janeiro, Paz e Terra. ANO
ALVES-MAZZOTTI, A. J. O Método nas Ciências Sociais. In: ALVES-
MAZZOTTI, A.J; GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas Ciências Sociais e Naturais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. 2ªed. São Paulo: Pioneira, 2001.

ARAÚJO, J. L. Brazilian research on modelling in mathematics education. *ZDM- The International Journal on Mathematics Education*, V. 43, n. 3-4, p. 337-348, 2010.

_____. *Cálculo, Tecnologias e Modelagem matemática: as discussões dos alunos*, 173 f. Tese (Doutorado). Instituto de geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

_____. Formatting Real Data in Mathematical Projects. *IMFUFA Text*, v.461, p. 229-239, 2009.

_____. Ser crítico em projetos de modelagem em uma perspectiva crítica de Educação Matemática. In: *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, 2012, v.26, n.43.43, pp.839-859.

_____. Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: A perspectiva da Educação Matemática Crítica. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, v. 2. n.2 , p.55-58, 2009.

ARAÚJO, J. L.; BARBOSA, J.C. Face a face com a modelagem matemática: como os alunos interpretam e conduzem essa atividade? In: *Bolema* - Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, n.23, p. 79-95, 2005.

ARAÚJO, J. L.; CAMPOS, I. S.; FREITAS, W. S. Prática pedagógica e pesquisa em modelagem na educação matemática. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 5., 2012, Petrópolis. *Anais...* Petrópolis: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2012. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J.C. A Dinâmica das Discussões dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3, 2006a, Águas de Lindóia. *Anais...* Recife : 2006a, 1 CD ROM.

_____. Mathematical modelling in classroom: a critical and discursive perspective-*The International Journal on Mathematics Education*, v.38, n.3, p.293-301, 2006b.

_____. Modelagem na Educação Matemática : contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24. , 2001. Caxambu. *Anais...* Caxambu: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.

_____. Modelagem matemática: concepções e a perspectiva sócio-crítica .In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA;2; 2003,Santos. *Anais ...* São Paulo: SBEM, 2003,1 CD ROM.

BARBOSA, J. C; SANTOS, M. A. Modelagem matemática, perspectivas e discussões. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9, Belo Horizonte *Anais...* Recife: SBEM, 2007. 1CD ROM.

BASSANEZI, R. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia de ensino*. São Paulo: contexto, 2004.

BAKHTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem*. 11^a ed..São Paulo: Hucitec, 2004.

_____. *Estética da criação verbal*. 3^a ed.. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática. *Pro-posições*. Campinas, FE/Unicamp, v.4, n.10, p.18-23, mar. 1993.

BLUM, W; NISS, M. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects- state, trends and issues. In: *mathematics instruction. Educational Studies in Mathematics*, v.22, n.1, p. 37-68, feb. 1991.

BOGDDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução á teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; ZULATTO, R. B. A. *Educação a Distância online*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. The Ideology of Certainty in Mathematics Education. In: *For the Learning of mathematics: an international journal of mathematics education*, 1997, vol. 17, n.3, p.17-24.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. 3^a ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M.E. *Humans-with-Media and the Reorganization of Thinking: Information and Communication Technologies, modeling, Visualization and Experimentation*. New York: Springer, 2005.

BRAIT, B. (Org.). Bakhtin e a natureza constitutivamente dialógica da linguagem. In: BRAIT, B. *Bakhtin, dialogismo e construção do sentido*. 2 ed. Campinas, Editora Unicamp, 2008. p. 87-98.

BRASIL. Lei de diretrizes e bases da educação nacional (Lei nº 9.394/96): nova LDB. Rio de Janeiro: Dunya/Qualitymark, 1997.

CRISTENSEN, O. R; SKOVSMOSE, O; YASUKAWA, K. The Mathematical state of world-explorations into the characteristics of mathematical descriptions. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, v.1, n.1, p. 77-90, mar 2008.

D'AMBRÓSIO, U. A consciência holística: passado e futuro se encontrando. In: Brandão, M.S; CREMA, R (orgs). *Visão Holística em Psicologia e Educação*. São Paulo: Summus, 1991, p.167-180.

_____. *Educação Matemática: da teoria á pratica*. 11^a ed. Paulo: Papirus, 2008.

_____. *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. 4^a.ed. São Paulo: Samus, 1986.

_____. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. 2^a ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

_____. Literacy, matheracy and techonocracy: A trivium for today. *Mathematical thinking and Learning*, v. 1, n. 2, p. 131-153, 1999.

_____. Prefácio. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L.(Org.) *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. 2 ed. Belo horizonte: autêntica, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). www.dnpm.gov.br. Acesso em 23 de Março de 2010.

DESLAURIERS, JEAN-PERRE; KÉRISIT, M. O Delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, J. *et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis, R. J. : Vozes, 2008, p. 127-153.

DINIZ, L.N. *O Papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos Projetos de Modelagem Matemática*. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)_Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

DINIZ, L.N. ; BORBA, M.C. Leitura e Interpretação de Dados Prontos em um ambiente de Modelagem e Tecnologias Digitais: o mosaico em movimento. In: *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, 2012, v.26, n.43.43, pp.935-962.

DUARTE, R. *Adorno/Horkheimer & A dialética do esclarecimento*. 2º. Ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2004.

FINANÇAS DO BRASIL (FINBRA). In: Tesouro da Fazenda www.tesouro.fazenda.gov.br. Acesso em 30 de Março de 2010.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. 5ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1975.

_____. *Educação e Mudança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. (Coleção O Mundo hoje; v. 36).

_____. *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

_____. *Política e Educação*. 8ª ed. Indaiatuba, São Paulo: Villa das Letras, 2007.

_____. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 27ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

FREUNDENTHAL, H. *Mathematics as an education task*. Dordrecht: Kluwer, 1973.

_____. *Relvisiting Mathematics Education*. Netherlandes: Kluwer Academic Plubishers, 1991.

GALBRAITH, P; STILLMAN, G. Identifying key transition activities enhanced engagement in mathematical modelling. *The International Journal on Mathematics Education*, v.38, n. 2, p. 143-162, 2006.

GELLERT, U.; JABLONKA, E. *Mathematisation and demathematisation: social philosophical and educational ramifications*. Rotherdam: Sense publishers, 2007.

GIROUX, H. *Teoria crítica e resistência em educação: para além das teorias da reprodução*. Petrópolis: Vozes, 1986.

GONÇALVES, P. S. Direito às riquezas naturais. Estado de Minas, Belo Horizonte, 30 de abril, 2011, caderno Opinião.

GRAVEMEIJER, k; TERWEL, J. *Hans Freudenthal: a mathematician on didactic and curriculum theory*. J. curriculum studies, 2000, vol.32, n.6, p.777-796.

HELD, D. *Introduction to Critical Theory: Horkheimer to Habermans*. Berkeley: university of California Press, 1980.

HORKHEIMER, M; ADORNO, T, W. Conceito de Iluminismo. In: *Os pensadores*. São Paulo, Abril cultural, p. 97-124, 1975.

_____. Teoria tradicional e teoria crítica. In: *Os pensadores*. São Paulo, Abril cultural, p. 125-162, 1975.

JACOBINI, O. R. *A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula*, 225f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual paulista, Rio Claro, 2002.

KANT, I. Resposta à pergunta: O que é esclarecimento. In: *Textos seletos*. Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes, p.63- 71, 2010.

KFOURI, W; BASSANEZI. A modelagem aplicada ao esporte: um estímulo ao processo ensino aprendizagem. In: VI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 2009, Londrina. *Anais...* Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2009. (Publicado em CD-ROM).

LÉVY, P. A. *As tecnologias da inteligência*. O futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

NEGT, O; KLUGER, A. *O que há de político na política?* 15 propostas sobre a capacidade de discernimento. São Paulo: fundação da editora da UNESP (FEU), 1999.

NISS, M. Issues and problems of research on the teaching and learning of applications and modelling. In: J. F. MATOS et. al. *Modelling and Mathematics Education*. Chichester: Ellis Horwood, 2001. p. 72-88.

MALHEIROS, A. P. S.; *A produção matemática dos alunos em um ambiente de Modelagem*. 180f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

_____. *Educação Matemática online: a elaboração de projetos de modelagem*. 187f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

PAIS, A; FERNANDES, E; MATOS, J, F; ALVES, A, S. Methodology in critical mathematics education: a case analysis. In: *Proceedings of the sixth International Mathematics Education and Society Conference*, vol.1, 03.2010, p. 408-417.

PACHECO, E. *Os Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica*. Disponível em: [<http://www.portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/inst-evolucao.pdf>], último acesso em 03 de novembro de 2011.

PENTEADO, M, G; SKOVSMOSE, O. Riscos trazem possibilidades. In: *Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica*. Campinas, São Paulo: Papirus, 2008.

POWELL, A. B; FRANCISCO, J. M.; MAHER, A. C. Uma Abordagem à análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento de idéias e raciocínios matemáticos de estudantes. In: *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, Ano 17, nº 21, p. 81-140, 2004.

POUPART, J. A entrevista de tipo qualitativo: considerações epistemológicas, teóricas e metodológicas. In: POUPART, J. et al. *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis, R. J. : Vozes, 2008, p.215-253.

PUCCI, B. Teoria Crítica e Educação. In: PUCCI (org.). *Teoria Crítica e Educação: a questão da formação cultural na Escola de Frankfurt*. Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes, p.11-58, 1995.

RIBEIRO, J, P. Educação Holística. In: BRANDÃO, M.S.; CREMA, R (orgs). *Visão Holística em Psicologia e Educação*. São Paulo: Summsus, 1991, p.136-125.

SOUZA, A.C.C. O Reencontro da razão: ou pelos caminhos da teoria histórico-cultural. In: BICUDO, M. A. V. (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

SIMÕES, F. M. *Apropriação de Práticas de Letramento (e de Numeramento) escolares por estudantes da EJA*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SKOVSMOSE, O. *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.

_____. Cenários para Investigação. In: *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, n.14, p. 66-91, 2000.

_____. *Educação Matemática crítica: a questão da democracia*. Campinas: Papirus, 2001.

_____. *Educação Matemática crítica: A questão da democracia*. Campinas: Papirus, 2001.

_____. Matemática em Ação. In: BICUDO, M. A. V. ; BORBA, M. C., (orgs). *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2005, p. 30-55.

_____. *Educação Crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. São Paulo: Cortez, 2007.

_____. *Desafios da reflexão em Educação Matemática crítica*. Campinas: Papyrus, 2008.

TREFFERS, A. *Three dimensions: A model of goal and theory description in mathematics instruction. The wiskobas project*. Dordrecht: Reidel Publishing company, 1987.

VAN DER HEUVEL – PAHUZEN, M.V.D. The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educacion Studies in Mathematics*, v.54, n.1, p. 09-35, nov 2003.

ZUIN, A; PUCCI, B.; RAMOS DE OLIVEIRA, N. *Adorno. O poder educativo do pensamento crítico*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

ZITKOSKI, J. J. *Paulo Freire & Educação*. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

ANEXOS

ANEXO I - Artigos de jornais lidos pelo grupo de modelagem nos encontros

Direito às riquezas naturais

PETRÔNIO SOUZA GONÇALVES

Jornalista, escritor

Depois das comemorações em 21 de abril, somos tomados por um espírito nacionalista pre-datado, por uma vontade de ser um grande país, de construirmos uma grande nação. Passados os folguedos, o silêncio volta a imperar. Brasil, agora, como se estivéssemos sob uma eterna e silenciosa vigilância, sob o domínio de um governo oculto, paralelo, estrangeiro. Tiradentes e os inconfiáveis imaginavam um novo país, soberano, dono de suas riquezas, senhor de seus atos. Uma nação livre, próspera, com uma mentalidade altruísta e nada servil. Por esse sonho, foram perseguidos, presos, julgados e condenados. Venceu o colonizador, perdemos todos nós, até hoje.

Se sua luta inicial era pelo direito do povo da colônia às suas riquezas, ou seja, ao ouro e seus minerais, constatamos hoje, 200 anos depois, que a situação é a mesma, se colocarmos no centro da questão, como foi propagado nos últimos dias, pelas maiores autoridades nacionais em Ouro Preto, diante da estátua do alferes, a política mineral. O ouro de outrora se converteu no minério de ferro de agora, quando somos, diariamente, dilapidados pela sua extração e exportação, fazendo a riqueza de outros países; nos deixando apenas a poeira da história. O lastro da arrecadação pelo minério de ferro tem como base a

revisão dos royalties, corrigindo erros em anos e anos de equívocos e submissão. Mas a compreensão pela revisão dos royalties é apenas o primeiro passo nesse processo, em que se deve privilegiar a riqueza natural financiando o desenvolvimento nacional, como sonharam, um dia, os inconfiáveis.

Estudo recente, elaborado pelo Congresso Nacional, revela que na cadeia produtiva do ferro a mineração gera apenas 100 empregos por 1 mil toneladas de minério extraído e exportado. Se essas toneladas fossem beneficiadas aqui, elas gerariam, diretamente, 4 mil empregos. Em 2008, foram exportadas 282 mil toneladas de minério de ferro, que foram beneficiadas mundo afora e transformadas em 170 mil toneladas de aço. Só neste ano, com todo o minério exportado, deixamos de gerar 680 mil empregos diretos no Brasil. O beneficiamento do minério de ferro pela indústria nacional deve guiar essa proposta de criação de uma política minerária para o Brasil. Pois isso não gera apenas emprego e renda para o trabalhador, mas, sobretudo, um sentimento de nação, de Estado, de cidadania. É com o emprego que o trabalhador da mineração poderá dar uma vida digna a sua família, que poderá dar educação com qualidade e qualificação a seus filhos, tendo seus direitos básicos preservados. Esse era o desejo inconfliente, essa deveria ser a nossa realidade. É preciso completar o sonho de Tiradentes, é preci-

so acabar com a espoliação em Minas e no Brasil.

Aprofundando-nos ainda mais na questão minerária, nos deparamos com a preservação do meio ambiente. Não podemos adotar a mentalidade de que, se pagar mais royalties, vai-se poder explorar mais, à vontade. Não! Porque o imposto é uma compensação, ou seja, um reparo pelo impacto que foi gerado no meio ambiente, aos danos e prejuízos inerentes à atividade minerária, à sua extração. Ora, a ordem natural então é gerar menos prejuízo, menos impacto, menos danos à natureza. É aumentar a produção pela produtividade. Isso deve orientar a criação do marco regulatório da mineração, sob a cobrança justa dos royalties, exigindo critérios de menos impacto para qualquer exploração futura, com estudos detalhados sobre as várias fases de extração de minério e exploração das jazidas, visando sempre ao menor impacto para cada região a ser explorada. Sobre tudo, a preservação dos mananciais existentes na área de mineração. Isso tem em sua base a água, pois onde há minério há água, e a água é a fonte da vida na Terra. Não é exagero dizer que uma possível terceira guerra mundial será pelo uso da água. Mundo afora, acompanharmos no presente o futuro impasse. Água e minério são bens naturais, são duas riquezas, duas dádivas da natureza. Temos que preservá-las e respeitá-las, saber tirar delas benefícios para nosso desenvolvimento, pois o nosso futuro inicia-se com elas.

ECONOMIA

EDITORA: Renata
 EDITORA ASSISITIVA: Vera I
 E-MAIL: economia.em@ol
 TELEFONE: (31) 326

DESAFIO ECONÔMICO

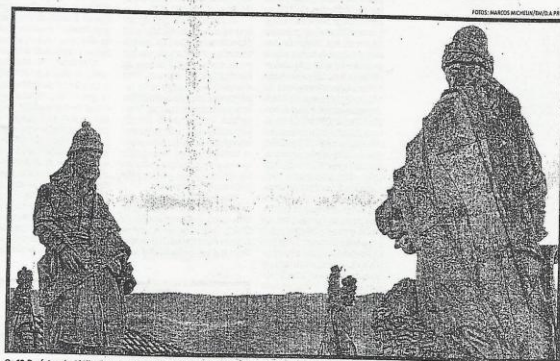
Exploração de minério modifica topografia do estado, como a das serras da Moeda e da Piedade
 Encardidas, cidades afetadas convivem com inchaço, pobreza e, muitas vezes, baixa arrecadação

AS SERRAS PELADAS DE MINAS

ZULMIRA FERREIRA

Se, por um momento, os 12 profetas de Aleijadinho, postados há mais de dois séculos no adro da Basílica Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas, no fim da Serra da Moeda, ganssem vista e pudessem fazer um pedido, não seria improvável que quisessem ter os seus olhos vendados. As estátuas, parte de um conjunto histórico formado pela igreja e por 12 capelas que reconstruíam os passos da Piedade de Cristo na cidade reconhecida pela Unesco como patrimônio cultural da humanidade, não testemunham passivas da devastação do meio ambiente e do inchaço descontrolado de um município embasado pelas nuvens de pó vermelho provenientes da exploração de minério de ferro. Mas eles não estão sozinhos. Se também ganssem vista, as serras mineiras mostrariam um semblante tão ou mais angustiado que os profetas de pedra sabão do mestre do barroco brasileiro. Eburacadas pela mineração, as serras da Moeda, do Itatiaia, da Piedade do Rola Moço, do Gandarela e da Ferrugem abrigam cidades encardidas pelo pó do minério. (veja página 17).

Ao contrário da expectativa de melhoria de qualidade de vida, alimentada pelo anúncio de cifras bilionárias de investimentos, a maior parte dos municípios que abrigam esse tipo de atividade continua pobre. Entre as 506 cidades mineradoras no estado, apenas 40 concentram 80% da arrecadação com a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Jucápolis, na Região Central, vizinha de Congonhas, recebeu R\$ 20,58 no



Os 12 Profetas de Aleijadinho—mestre do Barroco mineiro—cercados pela Serra da Moeda. Mineração estraga notórios cenários de Minas

primeiro trimestre a título de royalty do minério. No fim de 2009, um abato-assinado por 600 habitantes da cidade protestava contra a construção de duas barragens de rejeitos no município. Elas integram o projeto da Ferrugem, em Congonhas, para a produção de 15 milhões de toneladas de minério de ferro ao ano.

Em fevereiro, a arrecadação total de impostos sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) em Minas Gerais foi de R\$ 1,87 bilhão. A mineração ficou em 10º lugar, com R\$ 72 mil-

hões. A baixa arrecadação é fruto da exportação de minério bruto, que sai direto da mineradora para o porto, sem beneficiamento no estado. No primeiro trimestre, a extração de minério respondeu por 26,71% do total exportado pelo estado. No que diz respeito à criação de empregos, a situação não é mais animadora. Levantamento feito pela Fundação João Pinheiro (FJP) a partir de dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) e do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), mostra que, em feve-

reiro deste ano, a mineração respondeu por 1,09% do total de empregos no estado. O dado não leva em conta os postos de trabalho indiretos da cadeia mineral.

Em muitos casos, além disso, a população mal vê a cor do dinheiro porque faltam políticas públicas adequadas e fiscalização na hora de aplicá-las. A expectativa de desenvolvimento rápido tropeça na falta de infraestrutura básica para receber os investimentos do setor. O resultado são problemas de trânsito seme-

lhantes aos das grandes metrópoles, aumento vultoso da violência, a prostituição, favelização, doenças, colapso no sistema de saúde, disparada dos preços dos aluguéis, destruição do patrimônio ambiental, histórico e artístico. Para não falar da mudança radical de sua vocação econômica. A situação tende a piorar por causa da expansão da mina e a consequente demanda pelo minério suficientes para trazer Congonhas numa "Cidade" sustentada, refer-se a cidade paulista que símbolo de poluição.

nhia Siderúrgica N (CSN), única entre as grater capital exclusivamente sítio, vai investir R\$ 5,5 na ampliação da produção Casa de Pedra—de lhos para 55 milhões d lhas dentro de cinco a instalação de uma unidade transformação do minério em pelotas de 17 (pelotização) e na construção de uma nova siderúrgica. É a população estimada da era de 48 mil habitantes, expectativa é que irá dobrar volume nos próximos anos em razão dos investimentos anunciados. Estima-se hoje, os habitantes fútu do município já somar de 15 mil pessoas.

Entre 65 e 75 da r: que um dos efeitos dano aumento populacional o a se fazer sentir na cidade se horror, é impossivel gar na Avenida Júlia Kubi (a principal de Congonhas, quem chega gasta ura para percorrer um tre, 2 quilômetros que vai do ao Centro, reclama O Montenegro, dono da imobímel e ex-prefeito da c por três mandatos. O dínente o valor anunciado e vestimentos e seus efetivos para o município dem ser resumidos num do promotor Luciano B coordenador do centro apoio do meio ambiente, Ministério Público Estadual, expansão da mina e a coção da planta de pelotas são suficientes para trazer Congonhas numa "Cidade" sustentada, refer-se a cidade paulista que símbolo de poluição.

NA CHUVA, LAMA. NA SECA, POEIRA

A carminho de Belo Vale também na Serra da Moeda, as montanhas estão entrecortadas por uma paisagem lunar devido à exploração de minério. Há cerca de dois anos, um trecho do rodovia 442, que liga a cidade à Bello, foi asfaltado pelos rejeitos de minério da empresa Minas do Itacolmi e a estrada foi interrompida. A construção de um desvio, de terra batida, não devolveu a normalidade ao trecho, por onde cavetes e caminhões pesados trafegam incessantemente. Hoje, duas grandes mineradoras atuam na região. Vale e CSN. Sem contar as de menor porte, que produzem minério para vender para as gigantes. A 442 é uma rodovia íngreme e cheia de curvas perigosas. "Quando chove tem lama, quando está seco, tem muita poeira. As carretas de minério trafegam mal enlascadas. Isso quando há lama. E a maior parte dos carros que passam frequentemente por aqui têm os parabrisas trincados pelas pedrinhas de minério", diz Cláudia Maia, da Associação do Patrimônio Histórico, Ambiental e Artístico de Belo Vale.

Em Caeté, na Serra do Gandarela, o projeto Apolo, da Vale, merece uma expectativa otimista, principalmente por causa da perspectiva de desenvolvimento econômico. A cidade fi-

cou marcada pela decadência econômica, depois que a antiga Ferro Brasileira fechou as portas na cidade, no início dos anos 1990. Agora, o comércio já registra aumento de vendas como efeito da chegada da companhia. No setor de serviços, alguns restaurantes comemoram o movimento maior por causa dos empregados das empresas contratadas pela Vale. No restaurante Fogão à Lenha, de três meses para cá, o movimento aumentou 40% o número de pessoas atendidas nas firmas que prestam serviço à companhia subiu de 500 para 500. Mas esse é só um lado da moeda.

"A empresa está chegando, mas Caeté, como todos os municípios do estado, não tem planejamento urbano ou rural", diz Ademir Martins Bento, representante do Movimento Artístico, Cultural e Ambiental de Caeté (Macao). A cidade tem 40 mil habitantes e espera receber cerca de 4 mil trabalhadores indiretos durante a construção da planta da mina. "Isso pressiona os preços da moradia. Além disso, a estrutura de saúde em Caeté andou delicadíssima. A Santa Casa está fecha não fecha". De acordo com ele, a prefeitura aposta na chegada da Vale como uma espécie de salvação. "Mas isso não está escrito no papel", observa. (27)



Jordelino Silva, de 84 anos, vive na comunidade de Boa Morte, próxima a Belo Vale. A mineração já ameaça o abastecimento de água

ECONOMIA

DESAFIO ECONÔMICO

Um terço das 306 cidades do estado que recebem compensação financeira pela extração de minério em seus terrenos ganhou menos de R\$ 1 mil das empresas no primeiro trimestre

COMPENSAÇÃO APENAS SIMBÓLICA

MARIA VIEIRA

A própria contabilidade oficial bilancário mercado da mineração mostra que a compensação financeira pela exploração do rico aço (basalto) a Cemil chegou a, muitas vezes, irrisória. Em um dos 306 municípios de Minas que se abastecem, em 2009, a forma de extração, a Cemil somou R\$ 1 mil no primeiro trimestre, ou seja, menos de dois dólares mínimos ou o menor salário go no Brasil é de R\$ 510, conforme bilanco feito pela Associação Municipal Mineiros do Estado (Amig), com base em dados Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). Os royalties arrecadados pelas mineradoras totalizaram R\$ 176,3 milhões pagos durante os três meses analisados, dos quais 42,8% — R\$ 75,62 milhões — foram destinados a Minas, que lidera o ranking nacional.

Outros 30% dos municípios inereadores de Minas receberam menos de R\$ 10 mil cada um, no primeiro trimestre. Para entender o porquê, a Associação Municipal Mineiros do Estado (Amig) fez uma pesquisa de toda a riqueza buscada no Brasil, basta ver a proporção dos royalties em 2008, último período levantado pelo DNPM. A Cemil alcançou, em um ano de furo crescimento das ações do setor, R\$ 877 milhões, cifra representa, na prática, uma arcada bem modesta. De menos de 1% dos R\$ 51 bilhões movimentados pela produção mineral brasileira, excludos petróleo e gás, o dinheiro depositado a título de compensação financeira aos cofres públicos, a União fica com 3%, os estados produtores com 3% e os municípios, 65%.

Pouco mais de 10% das cidades mineradoras de Minas, 38 ao todo, concentram cerca de 80% da arrecadação que cabe ao estado. A maioria da Região Central do estado, com rico porção de reservas minerais, do ferro ao ouro, que atrai para essas terras as gigantes da indústria mineral. Mesmo dentro desse círculo, há diferenças inacreditáveis de R\$ 0,27, no primeiro trimestre, para

Lagoa Dourada (Região Central de Minas), por exemplo, onde há registros de mineração de área. Famoso, no Noroeste, que tem exploração de calcário, embolsou exatos R\$ 88,23 e Bambuí, no Centro-Oeste, onde existem ocorrências de filita, um mineral derivado do quartzo usado na fabricação de cerâmica, recebeu R\$ 67,30.

As cifras desses primeiros pobres da mineração são claros indicadores de desigualdade e, aparentemente, está associada, em boa parte, aos minerais usados na construção civil, como areia, brita e calcário, avalia Antônio Eduardo Martins, prefeito de Santa Bárbara e presidente da Amig. Com certeza, existe quem sonega, principalmente entre os pequenos mineradores de material para construção civil. A verdade é que os grandes empreendimentos são mais sérios, porque estão mais expostos”, afirma.

Não é por outro motivo que as prefeituras municipais têm lutado para a reformulação do DNPM, com a criação de uma estrutura forte para a fiscalização. “Sem lei e sem regra, os pequenos

mineradores chegam, exploram áreas, geram impactos e, às vezes, não saem mais”, afirma o presidente da Amig. Quando se trata de grandes projetos, é imposto outro dilema. As cidades são beneficiadas pelo aumento dos impostos, que sobem até exponencialmente, mas passam a ser obrigadas a conviver com os problemas do inchaço da população no atendimento de serviços básicos de educação, saúde e segurança, além da degradação ambiental.

O presidente do Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), Paulo Camillo Vargas Penna, reconhece que a Cemil indica sonegação em diversos municípios. “Tudo isso nos preocupa”, afirma. “Temos a preocupação das prefeituras com a fiscalização. Essa é uma mineração claramente clandestina. Antes de se falar em aumento de qualquer tipo de imposto sobre a atividade, há que se fazer um esforço conjunto dos governos para ampliar a base de contribuição”, defende. O executivo critica ainda o fracasso da tentativa de reforma tributária no Brasil, que, na visão dele, podem promover uma distribuição mais justa da alta carga de

tributos pagos pelas empresas, concentrada de forma excessiva nos cofres da União.

Sérgio Augusto Dâmaso, diretor do DNPM em Minas Gerais, afirma que até o meio do ano, o órgão contará com um reforço de 39 novos servidores, dos quais 32 aprovados em recente concurso público e 7 remanejados de outras regiões. Cerca de metade deles foi designada para as atividades afins ou seja, de fiscalização e outorga. “Tá realmente um déficit de pessoal na atividade de fiscalização e estou lutando para reforçar a nossa estrutura”, afirma.

Alinda de acordo com Dâmaso, Minas é o principal estado contemplado pelo concurso público do DNPM. Até agosto, ele pretende pôr em funcionamento dois escritórios da instituição, em Poços de Caldas, no Sul do estado, e Fátima de Minas, no Alto Paranaíba. A Unidade de Governador Valadares, no Vale do Rio Doce, será reformada e Dâmaso está planejando em Brasília, liberação para abrir um escritório no Norte de Minas, região considerada uma nova fronteira da mineração no país.



“Com certeza, existe quem sonega, principalmente entre os pequenos mineradores de material para construção civil”

Antônio Eduardo Martins, prefeito de Santa Bárbara

O QUE CHEGA ÀS PREFEITURAS

DISTRIBUIÇÃO DOS ROYALTIES DA EXPLORAÇÃO MINERAL EM MINAS GERAIS QUE CHEGARAM AOS MUNICÍPIOS (PRIMEIRO TRIMESTRE - EM R\$)

MAIORES ARRECADADORES		Município	Royalties
Novo Lima	Central	10,63 mil	
Montana	Central	9,71 mil	
Itabira	Central	8,87 mil	
Companhas	Central	7,52 mil	
São Gonçalo do Rio Abaixo	Central	7,41 mil	
Itabirita	Central	6,85 mil	
Brumadinho	Grande BH	5,59 mil	
Duro Preto	Central	5,12 mil	
Paracatu	Noroeste	2,71 mil	
Barão de Cocais	Central	1,95 mil	
Duro Preto	Grande BH	1,82 mil	
Sobradinho	Central	1,44 mil	
Araxá	Alto Paranaíba	1,36 mil	
Topoipe	Alto Paranaíba	1,06 mil	
Santa Bárbara	Central	917,2 mil	
... (rest of table)			



Vista de Lagoa Dourada, na Região Central de Minas: opens R\$ 10,27 de royalties de Janeiro a março

75,62 MI TOTAL ARRECADADO EM MINAS

Fonte: Associação dos Municípios Mineiros de Minas Gerais

todas as cores e ofertas pra você.

Gobrimos qualquer oferta anunciada no Brasil!

Suvinil Puro 18 litros - Várias cores

109,80

Suvinil Esmalte Brilhante 7,5 litros - Várias cores

44,90

Textura Rustica Universal 25 kg - Várias cores

64,90

10,90

Relo AntiGoto Atlas 227/10 23 cm

10,90

Promocão Bola Tocológica

Nas compras acima de R\$ 300,00 em acabamentos Suvinil, ganhe esta linda bolsa ecológica e ajude a preservar o planeta!

Serápre

Destaque da semana

Belvedere: Av. Luiz Paulo Franco, 979 - 3264-1303

Centro: Rua dos Caetés, 1012 esp. com Av. Otávio Maciel - 3272-2020

FAÇA SEU ORÇAMENTO ATRAVÉS DO NOSSO SITE.

www.varejodas tintas.com.br

As melhores cores pra você pintar. (31) 3272-2000

VAREJÃO DAS TINTAS

20 ANOS

EDITORIAL

Minas de injustiças

Depois de terem sido decisivas para que o Brasil obtivesse bons resultados comerciais até setembro de 2008 e acumulasse reservas cambiais de mais de US\$ 230 bilhões – volume nunca visto na história deste país –, as exportações de minério de ferro vão salvar mais uma vez as contas externas brasileiras. Graças ao aumento de 100% nos preços da tonelada embarcada para o insaciável mercado chinês, o preocupante rombo nas transações correntes com o exterior (somou US\$ 12 bilhões só primeiro trimestre) será fortemente amenizado. Especialistas calculam que as exportações de minério poderão chegar a US\$ 18,6 bilhões este ano, ou seja, um aumento de mais de US\$ 10 bilhões no lado positivo da balança comercial e na redução da dependência brasileira de poupança externa. Mas nem todos os brasileiros ganham o que deveriam ganhar com essa riqueza.

Reportagem do Estado de Minas mostra hoje que, enquanto estados litorâneos brigam para aumentar o privilégio que já gozam com os royalties do petróleo explorado em alto mar, sem qualquer dano à vida ou às propriedades de seus habitantes, os mineiros continuam vivendo de gorjetas. De fato, desde os tempos coloniais, quando o ouro da região de Vila Rica fez o fausto da então improdutiva coroa portuguesa, até a atual expansão do mercado transoceânico de minério de ferro, o povo que vive o desconforto da abertura das entranhas da terra de Minas não vê compensação justa por suas perdas. Rios são afetados, propriedades têm inviabilizada qualquer outra exploração econômica, as mineradoras destroem as rodovias públicas com seu tráfego pesado e pequenas cidades são brutalizadas pelo movimento sem rosto e sem limites de verdadeiros gigantes mecânicos e de milhares de trabalhadores desconhecidos. Como se não bastasse, joias do patrimônio barroco são afetadas pela poeira que lhes empana o brilho, corrói a silhueta e anula a expressividade que o talento de Aleijadinho e seus contemporâneos nos legaram. Os dados dos trocados que Minas recebe por essa riqueza que deposita nas contas do país são humilhantes. A maioria dos 306 municípios mineradores do estado não ganha o equivalente a um salário mínimo por ano, como participação na arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Mineráveis (Cfem), espécie de faz de conta tributário, cobrado na base de 2% da receita líquida das mineradoras, sem especificar direito como isso é calculado. Esses municípios pagam caro por terem sido presenteados com jazidas de bom teor de ferro, pois lhes sobra o estrangulamento dos serviços à população, que pode aumentar de repente com a abertura de uma mina e nada garante que ela não será desativada pouco depois. Nem mesmo a criação de empregos perenes é coisa certa, conforme levantamentos da Fundação João Pinheiro. A esta altura, indignação é pouco. É hora de uma reação mais firme das lideranças políticas e empresariais mineiras para que essa velha injustiça seja corrigida. Projetos não faltam, só o empenho em defendê-los.

Mineração salva contas do país, mas aqui só fica o prejuízo

Reportagem do Estado de Minas mostra hoje que, enquanto estados litorâneos brigam para aumentar o privilégio que já gozam com os royalties do petróleo explorado em alto mar, sem qualquer dano à vida ou às propriedades de seus habitantes, os mineiros continuam vivendo de gorjetas. De fato, desde os tempos coloniais, quando o ouro da região de Vila Rica fez o fausto da então improdutiva coroa portuguesa, até a atual expansão do mercado transoceânico de minério de ferro, o povo que vive o desconforto da abertura das entranhas da terra de Minas não vê compensação justa por suas perdas. Rios são afetados, propriedades têm inviabilizada qualquer outra exploração econômica, as mineradoras destroem as rodovias públicas com seu tráfego pesado e pequenas cidades são brutalizadas pelo movimento sem rosto e sem limites de verdadeiros gigantes mecânicos e de milhares de trabalhadores desconhecidos. Como se não bastasse, joias do patrimônio barroco são afetadas pela poeira que lhes empana o brilho, corrói a silhueta e anula a expressividade que o talento de Aleijadinho e seus contemporâneos nos legaram. Os dados dos trocados que Minas recebe por essa riqueza que deposita nas contas do país são humilhantes. A maioria dos 306 municípios mineradores do estado não ganha o equivalente a um salário mínimo por ano, como participação na arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Mineráveis (Cfem), espécie de faz de conta tributário, cobrado na base de 2% da receita líquida das mineradoras, sem especificar direito como isso é calculado. Esses municípios pagam caro por terem sido presenteados com jazidas de bom teor de ferro, pois lhes sobra o estrangulamento dos serviços à população, que pode aumentar de repente com a abertura de uma mina e nada garante que ela não será desativada pouco depois. Nem mesmo a criação de empregos perenes é coisa certa, conforme levantamentos da Fundação João Pinheiro. A esta altura, indignação é pouco. É hora de uma reação mais firme das lideranças políticas e empresariais mineiras para que essa velha injustiça seja corrigida. Projetos não faltam, só o empenho em defendê-los.

FRASES DO DIA

E IRU E QUEDA!

CARTAS

AS CARTAS DEVEM CONTER NOME, ENDEREÇO COMPLETO, NÚMERO DO TELEFONE AVENIDA GETÚLIO VARGAS, 291 - 2º ANDAR - FUNCIONÁRIOS - BELO HORIZONTE

NOTAS FRIAS

Parabeniza EM por série de reportagens

Paulo Raul Santos
Belo Horizonte

"Faço minhas as palavras da leitora Maria Cândida Guimarães Aguiar (*Opinião*, 23/4/2010) e parabenizo o Estado de Minas pela série de reportagens investigativas sobre os escândalos das notas fiscais e os abusos cometidos pelos nossos deputados, que deveriam nos ajudar contra as fraudes e injustiças, em vez de usá-las em benefício próprio. Lamento ver o deputado Eros Biondini metido nessa sujeira e saber que está à frente de um projeto Mundo Novo, que, de novo, podemos ver que não tem nada. Pergunto aos assistentes desse projeto, cadê a honestidade? Mais uma vez, cito o que a leitora falou em sua carta: 'Já que a ocasião faz o ladrão, a falta de oportunidade é que faz a honestidade.' Que o jornal continue nos ajudando, fazendo reportagens como essas."

PAMPULHA

Propõe verticalização do Bairro São Francisco

José Alfredo Gherardi
Belo Horizonte

"A emenda do vereador Léo Burguês naturalmente deverá ser alterada, principalmente com relação à verticalização da orla da Lagoa da Pampulha. No entanto, deve-se lembrar que, no perímetro proposto, existem regiões, como o Bairro São Francisco (Regional Pampulha), ocupadas por velhos galpões e com tráfego de caminhões pesados, que devem ser direcionados para outras vias fora do centro urbano pelos problemas que acarretam. Face aos investimentos urbanos já implantados (nova Avenida Antônio Carlos) e a implantar para a Copa 2014, o São Francisco tem o perfil ideal para edificações residenciais

venda de pass interestaduais; aos órgãos regionais e municipais; Estradas e Rodovias; e ao transporte intermunicipal e nacional do T (ANTT), realizando o poder de atuação quanto ao atendimento das dependências

IRREGULAR Denúncia na câmara

Maria Amália B
Dores do Indaiá

"Leitora assídua, lembrando sobre irregularidades, autoridades, acontece em Estamos sem prefeitura não com a Santa (estar ocorrenhouve audiência Lei Orçamento presidente, R período de licença de saúde recada Câmara, R doença do In Seguro Social improbabilidade acordo com o disso, o subsídio ultrapassa o Constituinte subsídio do c seja, deveria:

CORRUPÇÃO O mal não só no se

Francisco Sales
Belo Horizonte

"Conforme o adulterar, co vicar-se. No muito se ten

ECONOMIA

EXPORTAÇÕES

De 2004 a 2009, compras da Ásia avançaram sobre a participação dos EUA e América Latina, que pagam mais

China empobrece comércio de Minas

Mania Vieira

Na dianteira do comércio de Minas em relação ao exterior, a China é também responsável pela parcela mais óbvia da receita de vendas externas do estado. O continente liderado pelo colossal parque das exportações minerais pagou US\$ 66,75 por tonelada e produtos buscados em território mineiro no ano passado. Os hermas da América Latina desmentaram, no mesmo período, US\$ 1.330,82, ou seja, quase 20 vezes mais, e a remuneração obtida na Europa Oriental chegou a US\$ 1.173,55, em média, por tonelada. Até mesmo os importadores da região do Nafta (Estados Unidos, Canadá e México), apesar dos efeitos da crise financeira mundial sobre o bloco, garantiram melhores preços, entregando US\$ 1.047,84 por tonelada, o correspondente a 15 vezes pagamento chinês.

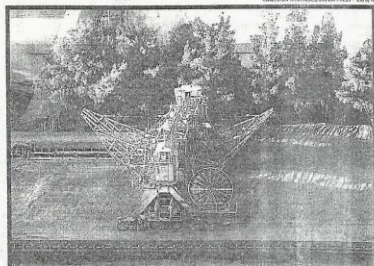
As diferenças refletem a concentração de produtos de baixo valor nas compras da China, especialmente o minério de ferro, que representou 58% de tudo o que o gigante asiático importou de Minas em 2009, seguido e mercadorias como ferro fundido, aço e arduar, em proporções bem inferiores. Nas relações comerciais com a América Latina, veículos é que comandaram a pauta mineira de vendas, com 5,1% do total, e valorizada, ainda, por séculos de equipamentos, 17,4%.

Se mal não faz ampliar relações com economia que mais cresce no mundo, o problema é que o estado assistiu uma reaviravolta nos destinos dos produtos de Minas entre 2004 e 2009, o curso do empobrecimento da sua pauta de vendas externas. Com uma alta remuneração paga aos produtos mineiros, os Estados Unidos, que ocupavam o primeiro destino das exportações minerais em 2004, perderam a cota para a China em 2009. A participação das compras chinesas quase triplicou nos últimos seis anos, batendo US\$ 1,66 bilhões, um racha de 9% do bolo das exportações minerais no ano passado (de US\$ 19,3 bilhões), conforme estudo feito pela Prefeitura de economia Jane Noronha Carvalhais do Unicentro Newton Silva, com base nos dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

O fôlego chinês foi tão grande em 2009 que superou as participações soviéticas de tradicionais parceiros de Minas no exterior: Alemanha, Estados Unidos, Japão e Argentina, nesta ordem. Os americanos diminuíram sua cota de 59,4% para 6,75%, participando com US\$ 1,305 bilhão da receita total estadual pelo estado no exterior. A falta de Argentina teve desempenho fraco à sombra do avanço chinês, saindo de 5% para 6,2% das exportações minerais.

"Não adianta as empresas saírem em busca de novos mercados sem ter conquistado espaço para produtos de alto valor", afirma Jane Carvalhais. Carlos Abjaoui, gerente do Centro Internacional de Negócios da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg), reconhece que o empobrecimento das exportações mineiras recuou. Alega, no entanto, que o êxito de diversificação da pauta requer um ambiente favorável ao trabalho as empresas, que está longe de ser o atual marcado pelo dólar fraco em relação ao real e a inexistência de uma política de incentivo às exportações.

"Fica difícil exportar, principalmente quando os insumos nacionais saíam numa mercadoria com preços em dólar fora de mercado. Enquanto exportamos matéria-prima em volumes tão significativos, significa que, na prática, estamos trabalhando para outros países transformá-la em produtos prontos que nós mesmos vamos consumir. É o pior de mundos", afirma. As vendas externas do estado cresceram 14,3% no 2º de 2004 a 2009. Os mercados que permaneceram a preços mais baixos a relação miniera foram os que mais cresceram a sua participação: Ásia, 17% anuais, e a Liga Árabe, 18,6%.



Minas de Conceição, do Vale, em Itabira: ferro respondeu por 58,8% das vendas ao gigante asiático

QUANTO VALE

PREÇO PAGO AOS PRODUTORES DE MINAS NO ANO PASSADO

REGIÃO	US\$/TONELADA
América Latina	1.330,82
Nafta*	1.047,84
Europa Oriental	1.173,55
África**	653,92
Índia/Europa	294,41
Liga Árabe	205,04
Ásia	66,75

DANÇA DAS CADERBAS
Destino das exportações de Minas

PAÍS	PARTICIPAÇÃO %	
	2004	2009
China	10	29
Alemanha	7,5	2,8
Estados Unidos	10,4	6,7
Japão	5,1	1,4
Argentina	5,7	6,2

Fonte: MDIC
*1) Europa Ocidental, Canadá e México
**1) África e Ásia não incluem os valores relativos ao Oriente Médio

Desafio é diversificar negócios

O crescimento chinês nas exportações de Minas e a crise nos vizinhos da América Latina indicam que o esforço de diversificação do comércio com o exterior passará necessariamente por novos nichos de venda no próprio mercado asiático, avalia Jorge Duarte, diretor da Central Exporta Minas. Os clientes do continente continuarão a ser interessantes como parceiros nas compras de setores importantes da economia de Minas, a exemplo da indústria siderúrgica e da mineração, mas é no meio deles que as empresas vão enfrentar o novo desafio.

"Não se pode ignorar que a China será o maior mercado de consumo do mundo nas próximas duas décadas. O que nos desafia é a criação de estratégias para a venda de produtos que não são as commodities (matérias-primas minerais e agrícolas com preços cotados no mercado Internacional), mas aqueles que envolvem conteúdo tecnológico, certificado e posicionamento de marca", afirma Jorge Duarte. Existe um fosso entre as armas para aproximação das empresas dos mercados da América Latina e da Ásia, lembra o diretor da Central Exporta Minas.

Embora as relações comerciais com os vizinhos latinos se estruturaram em produtos de grande valor agregado, favorecidos pelas semelhanças culturais, e a exploração desses mercados exija menos investimentos em comparação ao mundo asiático, os problemas não são poucos na América Latina. Jorge Duarte destaca as dificuldades enfrentadas pela economia argentina e as relações tensas e instáveis com os governos de países como o Venezuela e a Colômbia.

Na China e no restante do continente, são necessários investimentos pesados em conhecimento da cultura local, das relações de comércio e, mais que isso, na penetração de produtos com conteúdo tecnológico e que se diferenciem da concorrência por outros critérios de exceção do preço baixo. Esse trabalho depende, ainda, de parcerias para as empresas entrarem nas cadeias de distribuição e, até mesmo, sonharem com um passo maior, de penetrarem no país com marcas próprias. Do Brasil, um exemplo de iniciativas com esse objetivo é a missão de empresários de Minas que a Fiemg está organizando para a participação de um pavilhão mineiro na Feira de Xangai em agosto.



Veículos e máquinas somaram 46,5% de tudo o que clientes latino-americanos compraram em 2009

BRASIL S/A

Bolsa - Dignidade

Volto a um tema tabu, do tipo "arne-o ou deixe-o", ou pior, daqueles nos quais você é tratado como "acionário" politicamente correto — expressão, aliás, que eu nunca soube exatamente o que significa. O tema em questão é o Bolsa-Família. Alguns dados divulgados na semana passada pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (Ipea), órgão ligado à Presidência da República, jogam algumas luzes interessantes sobre o maior programa de assistência social do governo federal.

Parece que, nos dias de hoje, questionar o Bolsa-Família é mais feio do que bater em mãe. E a condecoração perpetua ao fogo do inferno. Mas é o tal caso: se estiver no inferno, abraço o capeta. Então, vamos lá. Segundo o Ipea, as transferências previdenciárias e assistenciais elevadas no período de 1978 a 2008 tiraram 13 milhões de brasileiros da miséria. Isto é ótimo. Mas o que preocupa está em outro dado: no mesmo período, a renda familiar média por mês do trabalho caiu de 86,7% do total das famílias brasileiras para 76,6%. Foi uma queda brutal, de 10 pontos percentuais.

Em contrapartida, a renda familiar obtida por meio de tais transferências subiu de 8,1% para 15,2% — um aumento ainda mais brutal, de quase 11 pontos percentuais. Há algo errado nesta equação. Um povo digno, como o brasileiro, precisa mais de trabalho do que de assistência. Ou pelo menos deveria ser assim. Segundo o Ipea, as transferências serviram para compensar perdas de rendimento da população nos anos 1980 e 1990 — e, mais curioso, conferiram "maior poder de barganha" aos trabalhadores (membros da família em idade ativa) junto a potenciais empregadores.

Como assim? Como traduzir essa frase? Será que é mais ou menos assim: "Tenho meu Bolsa-Família de graça do governo. Ou você me paga mais para trabalhar ou vá procurar outro salário"? E o diabo, Gondim, diria Graciliano.

O Bolsa-Família é importante e ainda cumpre um papel social relevante. Mas não pode ser eterno

Novo Brasil

Também vale registrar que o Brasil de hoje não é o de 1978. O país mudou radicalmente. Na questão social, a transformação foi iniciada pela Constituição de 1988 e ganhou novo impulso no governo de Fernando Henrique Cardoso, que abriu uma série de programas sociais — sabidamente agrupados e ampliados no Bolsa-Família pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva.

Mas a principal mudança veio da economia. O Brasil, hoje, está bombando, a ponto de vários analistas falarem em espague de mão-de-obra. Matéria do repórter Paula Takahashi, publicada na edição de ontem do EM, mostra que a indústria têxtil está atrás de 20 mil trabalhadores para ampliar a produção — e simplesmente não consegue interessados. Vários cursos técnicos têm sido fechados por falta de quem queira se qualificar e trabalhar. Quando se misturam esses dados aos apresentados pelo Ipea, chega-se à conclusão de que há algo errado no Bolsa-Família.

Cabo eleitoral

Uma coisa parece certa: o Bolsa-Família tornou-se um excepcional cabo eleitoral para qualquer candidato a presidente. É mais ou menos como a seca do Nordeste ou a falta de investimentos em educação. Antigamente, dizia-se que os políticos gostavam da seca porque qualquer escola dada à população nordestina se convertia em votos. No caso da educação, é muito mais fácil comprar um voto de alguém sem consciência cívica. E, com o Bolsa-Família, Lula tornou-se uma espécie de semideus.

Mas o Brasil não precisa de semideuses nem mitos. O Brasil precisa encontrar uma porta de saída para o Bolsa-Família. Precisa incentivar a população a fazer cursos técnicos e se qualificar, em qualquer área — mesmo no meio rural. É que, depois de qualificada, possa trocar o Bolsa-Família por salários dignos. E que a renda do trabalho saído, mas digno, volte a crescer.

Sugestão

Por tudo isso, fica aí a sugestão para algum candidato que esteja realmente interessado no futuro do país: o Bolsa-Família é importante e ainda cumpre um papel social extremamente relevante. Mas não pode ser eterno. O Brasil do século 21 tem condições de oferecer um futuro melhor a seu povo. Fora do Bolsa-Dignidade.

Os cobra dívida de R\$ 5 bilhões

mineradores querem apoio do Governo federal para receber royalties atrasados desde 2001

Mineração mineral compensa às prefeituras são previstas para dotar o município de infraestrutura e capacidade crescimento, inclusive no sentido de despertá-lo para as atividades econômicas, que não a mineração, pelo caso de quando a exploração, com a escassez do minério, acabar.

Os municípios tentam a negociação da dívida tendo como precedente o Estado do Pará, ao qual a Vale já compensou aproximadamente 800 milhões. Os prefeitos lutam para convencer o

Municípios tentam a negociação tendo como base o Pará, já compensado em R\$ 800 milhões

Prefeito de Congonhas, Anderson Cabido calcula que seu município já tem perdas próximas de R\$ 400 milhões

Governo federal a acelerar a aprovação de um novo cálculo percentual do CFEM.

Anderson Cabido, no entanto, considera muito baixos os índices de royalties pagos aos municípios mineradores. O royalty da mineração é de 2% do faturamento líquido da mineradora e 1,5% do faturamento bruto da exploração. Ele compara o percentual aos do petróleo, que sem quase dez vezes maior. "Em 2010, cerca de dois milhões de municípios arrecadaram R\$ 1,8 bilhão de CFEM, a cidade de Macaé, no Rio de Janeiro, onde o forte é a exploração petrolífera, arrecadou sozinho R\$ 1,3 bilhão de royalties", lamenta.

Ideia é mudar regra de compensação

BRASÍLIA - A Compensação Financeira para Exploração de Recursos Minerais (CFEM) refere-se ao pagamento feito pelas empresas mineradoras para exploração mineral. Ela consistiria na retirada de substâncias minerais de jazidas, minas, salinas ou outro depósito econômico. As regras da CFEM consistem em pegar o faturamento bruto da mineradora e descontar os impostos e as despesas da empresa com transporte de matéria-prima - o frete, inclusive, que consta da Nota Fiscal.

O que acontece, segundo

Anderson Cabido (PT), é que as mineradoras incluem, entre esses descontos, itens que não deveriam fazer parte deles, como despesas com ambulâncias no transporte de feridos nas áreas de minerações e caminhões pipas, pagando menos recursos de compensação. As prefeituras não podem usar os recursos da CFEM para pagar dívidas ou custear a folha de pagamento de servidores.

A CFEM incide conforme o tipo do minério. No ferro, a taxa é de 2% sobre o faturamento líquido. Os municí-

pios mineradores tentam convencer o Governo federal a fazer este percentual migrar para o faturamento bruto e aproximá-lo o máximo possível do que é cobrado na Austrália, algo em torno de 7%. O Governo federal estuda usar os royalties da mineração como um indutor de industrialização do setor, que é hoje fortemente concentrado na exportação de produtos sem valor agregado. A ideia é cobrar menos royalties das empresas que investem em indústria de transformação mineral do que das empresas que ven-

dem o minério bruto. Quanto mais valor agregado tiver o mineral produzido, menor será o valor da compensação.

O governo não cogita elevar a alíquota da compensação, que hoje gira em torno de 2% do faturamento líquido das empresas, sem aliar a carga tributária. Considera-se que, isolada, a medida seria um baque para a competitividade do minério do país. No ano passado, o Brasil exportou US\$ 30,8 bilhões (cerca de R\$ 51 bilhões) em metais brutos. (H.F.J Com agências)

MINERAÇÃO

Projeto dos royalties é prometido para março

Maria Vieira

O projeto que institui o novo marco regulatório da indústria da mineração tem nova data para deixar o Ministério de Minas e Energia e chegar à Casa Civil, última etapa antes da votação na Câmara dos Deputados. Um ano e 20 dias depois de ter dado a proposta do governo como concluída e pronta para ser enviada ao Congresso Nacional, o ministro Edison Lobão empenhou mais uma vez a promessa de encaminhar o documento no começo de março ao colega da Casa Civil, Antônio Palocci, encarregado de despachá-lo ao Legislativo. Foi o que Lobão garantiu à diretoria da recém-criada Associação dos Municípios Mineiros do Brasil (Ammb).

Os prefeitos das cidades que têm a atividade como sustentação das economias locais nem querem testar as dificuldades de fato, dentro do próprio governo para o ministro desembarcar no para o ministro desembarcar



O prefeito de Congonhas, Anderson Cabido: "Temos uma chance de ouro"

ALTOUONS O projeto discutido dentro do Ministério de Minas e Energia separou os royalties das medidas relativas à legislação. As alíquotas da Ctem serão baixadas por decreto-lei. Simbólico da revisão o ministro de ferro terá incidência em dobro (de 4%) dos royalties, se prevalecer a posição dos prefeitos das cidades mineiradoras em longa negociação feita na pasta.

Recentemente, no entanto, o Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram) apresentou minutas sobre a alta carga tributária paga pelo setor, levando o mi-

nistro Lobão a mudar um pouco o discurso de defesa da elevação dos royalties. Desde que reassumiu o ministério, ele tem dito que a revisão não pode afetar a competitividade da indústria.

O presidente do Ibram, Paulo Camillo Vargas Ferra, preferiu não se adiantar no documento final. "Não sabemos qual é efetivamente a proposta que está vigorando agora. Fizemos ver ao ministro que a proposta de aumento dos royalties teria de ser compensada diante dos altos tributos pagos pelo setor", afirma.

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0335	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do Acumulado Anual*

09/02/2011	3,11	7,95	3,30	6,40
10/02/2011	3,11	4,34	5,90	13,30
11/02/2011	3,11	3,83	5,50	16,13
12/02/2011	2,79	3,33	5,08	18,82

*Atualização de fevereiro (revisão) incluída durante o contrato e partir de dezembro, para pagamento pelo cliente, já com o desconto em relação ao período de junho, já com o desconto em relação ao período.

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

AUÇANÇAS

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

POUPANÇA

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

MERCADO AGRPECUÁRIO*

Commodity	Atualização % do mês/ano	Atualização % do Acumulado Anual*
Soja	3,11	7,95
Milho	3,11	4,34
Trigo	3,11	3,83
Arroz	2,79	3,33

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

*Atualização de fevereiro (revisão) incluída durante o contrato e partir de dezembro, para pagamento pelo cliente, já com o desconto em relação ao período de junho, já com o desconto em relação ao período.

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2011	0,0000	0,2385
13/02/2011	0,0000	0,2385
14/02/2011	0,0000	0,2385
15/02/2011	0,0000	0,2385
16/02/2011	0,0000	0,2385

Atualização % do mês/ano

09/02/2011	0,0000	0,2385
10/02/2011	0,0000	0,2385
11/02/2011	0,0000	0,2385
12/02/2		

FOME DE MINÉRIO

Marta Vieira

O avanço das pesquisas que vasculham o território de Minas Gerais em busca de novas jazidas de minerais com forte valorização no mercado internacional, a exemplo do minério de ferro e do ouro, impressiona depois da corrida já observada no ano passado. De janeiro a abril, cresceu 70,9% o volume de pedidos de autorização para pesquisa mineral no estado — um total de 1.087 requerimentos — apresentados à superintendência mineira do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). O órgão havia recebido 636 requisições no primeiro quadrimestre de 2010. Agora a velocidade dos pedidos dá sinais de que o apetite pelo subsolo mineiro se mantém, mesmo depois de mais de 300 anos de exploração mineral. Os desbravadores de 2011 chegam turbinados por um aumento registrado de 2009 para o ano passado de 89,6% dos registros no DNPM de Minas.

Em todo o país, o estado liderou, no ano passado, o ranking dos locais que mais atraíram intenções em pesquisa mineral, com 4.470 requerimentos, frente aos 2.357 de 2009, e começa 2011 em ritmo também crescente, na segunda posição, só atrás da Bahia. Os números indicam que nada mudou no apetite para a descoberta de jazidas, apesar da decisão das empresas chinesas, maior fonte de consumo de matérias-primas industriais no mundo, de reduzir em abril as importações de commodities como o cobre e o ferro. As compras de minério de ferro da China diminuíram 4,4% no exterior e as de cobre caíram 40%.

Quem imagina que a retração preocupa pode estar muito enganado. O ritmo de crescimento econômico seja da China seja de outros emergentes e as necessidades de consumo no mundo desenvolvidas como o Japão, são ainda significativas, nas projeções do Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram). Minas Gerais se beneficia desse ciclo que promete ser longo pela forte participação de suas re-

servas de ferro, ouro, zinco, nióbio, só para citar as mais importantes no valor da Produção Mineral Brasileira, estimado em US\$ 40 bilhões no ano passado.

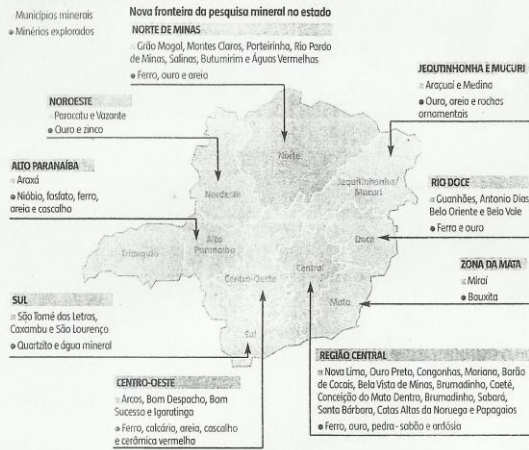
"Há um movimento crescente da pesquisa mineral no mundo, mas em Minas Gerais, a todo momento, as reservas, de fato, surpreendem. Está longe de se esgotar o potencial do estado", afirma o presidente do Ibram, Paulo Camillo Vargas Penna. O executivo diz que a corrida na mineração continua na tentativa dos mineradores de se aproveitarem da boa rentabilidade do negócio no mercado internacional. Para se ter uma ideia desse interesse, o Ibram reviu de US\$ 25 bilhões em 2007 para US\$ 65 bilhões este ano os investimentos globais da indústria mineral no Brasil num período de cinco anos.

ALÉM DO QUADRILÁTERO Os pedidos de autorização para pesquisa que têm mantido Minas Gerais na primeira ou na segunda posição do ranking nacional vão além do Quadrilátero Ferrífero, a região mais vasculhada e rica em bens minerais, com cerca de 300 anos de extração. Os caminhos da pesquisa subiram aos vales do Jequitinhonha e Mucuri para encontrar no Norte de Minas a nova fronteira da mineração no estado. Pesquisas de minério de ferro chegaram a municípios que entraram no mapa do setor, alçados pelos bons preços da commodity no exterior. É o caso de toda a área vizinha de Rio Pardo de Minas e Salinas. Qualquer cidadão brasileiro pode requerer o direito à pesquisa mineral, de acordo com a Constituição. Passada essa etapa, a autorização de lavra está restrita às empresas constituídas para este fim.

Com um movimento recorde da indústria mineral, de acordo com o governo mineiro, a estratégia para organizar e estimular o setor envolve a geração de informações geológicas básicas de uma política estadual de mineração, diz Paulo Sérgio Machado Ribeiro, subse-

O MAPA DAS MINAS

Por onde se estendem os investimentos da indústria extrativa mineral em Minas Gerais



PERFIL MINERADOR (2010)

Produção e participação das principais reservas de Minas no desempenho da indústria mineral brasileira

Minério	Produção	Participação de Minas/BR	Valor da Produção Mineral Brasileira
Bauxita	4,05 milhões de toneladas	14%	US\$ 40 bilhões
Minério de ferro	247,9 milhões de toneladas	67%	
Concentrado de fosfato	4,08 milhões de toneladas	68%	Participação de Minas: 49%
Nióbio	45,3 mil toneladas	56,7%	
Zinco	154 mil toneladas	88%	
Ouro	39 toneladas	64%	

Fonte: DNPM, Ibram, Subsecretaria de Desenvolvimento Mineral/Metalúrgico e Política energética do governo de Minas Gerais

cretário de desenvolvimento minero-metalúrgico e política energética. "Estamos retomando investimentos e todo o novo ciclo está baseado numa expectativa que temos de trazer mais valor à cadeia produtiva da mineração e da metalurgia em Minas", afirma.

Há mais uma razão que alimenta a corrida da pesquisa mi-

neral em Minas. Os altos preços do minério de ferro no mercado internacional, que devem se manter acima de US\$ 120 por tonelada nos próximos anos, fizeram com que as empresas passassem a investir em tecnologia para explorar reservas minerais com teores muito baixos de minério. Elas ganharam valor, como as jazidas com 20% a

40% de teor de ferro, antes consideradas pobres demais para dar retorno ao investidor. É parte da explicação para o interesse pelo Norte de Minas, tem dito José Fernando Coura, presidente do Sindicato da Indústria Extrativa de Minas (Sindixtra).

LEIA MAIS SOBRE MINERAÇÃO PÁGINA 12

MUNICÍPIOS APREENSIVOS COM CORRIDA

As prefeituras dos municípios mineradores estão assustadas com a velocidade da pesquisa, dos projetos de expansão e dos novos empreendimentos, admite Anderson Costa Cabido, prefeito de Congonhas, na Região Central de Minas, e presidente da Associação dos Municípios Mineradores do Brasil. "É lógico que assusta e preocupa o ponto de vista da infraestrutura das cidades para abrigar esses projetos", afirma. Eles envolvem desde impactos sobre o setor imobiliário, à capacidade de prestação de serviços básicos de saúde, água e esgoto, ao tráfego, além dos efeitos sobre o meio ambiente.

O temor faz sentido. De acordo com projetos do Ibram, se não houver surpresas no mundo como a crise financeira de 2008, o Valor da Produção Mineral Brasileira (a renda gerada pela produção de bens minerais aliada aos preços) tende a crescer 10% ao ano nos próximos três anos. A corrida da pesquisa mineral vista em Minas é parte de um movimento mundial, segundo Paulo Camillo Vargas Penna, presidente do Ibram. Cerca de US\$ 3,5 bilhões serão gastos, este ano, na América do Sul em pesquisas minerais bancadas pelo setor privado, um naco de 27% de todo o investimento destinado a essa área no planeta pela iniciativa privada.

O governo estadual destaca ações recentes com o objetivo de levar às empresas a definir projetos racionais e que agreguem valor à matérias-primas como o ferro. Um das novas iniciativas mais importantes, segundo o subsecretário de desenvolvimento minero-metalúrgico, Paulo Sérgio Ribeiro, é o projeto de construção de uma ferrovia, com participação das empresas, no Norte de Minas. "É o futuro da mineração que queremos no estado", afirma. (MV)

Anexo II - Slides utilizados durante a apresentação do grupo no debate

Objetivos do projeto

- Analisar a participação e evolução do Cfem no orçamento das cidades mineradoras do Alto Paraopeba.
- Obter um entendimento crítico da realidade social e econômica na qual os alunos estão inseridos.
- Utilizar a modelagem matemática como um instrumento de apoio para o desenvolvimento da cidadania dos envolvidos no projeto

O que é o Cfem?

- Cidades que possuem na sua base de sustentação econômica atividades relacionadas à exploração mineral recebem uma compensação financeira denominada Cfem.
- Uma espécie de Royalties do minério.
- Cfem:Compensação financeira para exploração de recursos minerais

Como é cobrado

- Cfem do minério:
- 2% do faturamento líquido das mineradoras são assim distribuídos

- 65% : Municípios onde ocorrem a atividade
- 23%: Estados
- 12% : União

Participação do Cfem na composição orçamentárias das Cidades do Alto

Paraopeba

Principais impostos arrecadados pelos municípios

ISSQN

ICMS

FPM

Cfem

Orgão Fiscalizador e utilização do Cfem pelas cidades mineradoras

- DNPM: Departamento Nacional de produção Mineral
- Recursos do Cfem devem ser utilizados para estruturar as cidades na direção de um desenvolvimento social e econômico e na busca da diversificação da indústria local.

Indicadores econômicos e sociais das cidades que compõe a região do Alto Paraopeba.

Cidade	Média dos anos de estudos 1991-2000	Renda Percapta R\$ 1991-2000	Índice Gini 1991-2000	Renda Apropriada(%) 20%+Pobres-20%+Ricos 1991-2000	IDH 1991-2000
Congonhas	5-----5,9	181,50--221,60	0,55---0,53	3,3-3 e 59,3-56,9	0,701 0,788
Cons. Lafaiete	5,5-6,4	185,3 ----- 258,2	0,54--- 0,53	3,4-3,1 e 58,6-56,9	0,745 0,793
Entre Rios de minas	3,6-4,6	100,1—182,5	0,56--- 0,56	2,9-3,3 e 60,7-62,5	0,665 0,744
Jeceaba	3-4,2	94,4---146,8	0,47—0,5	4,4-3,3 e 52-55,2	0,629 0,732
Belo Vale	3,3-4,9	93,6---157	0,47—0,5	4,2-3,9 e 51,8-55,7	0,637 0,733
Ouro Branco		249,8---288,1	0,54— 0,54	2,6-3 e 57,3-58,2	0,744 0,810

Índice Gini: mostra como a renda é distribuída- quanto mais próximo de melhor

IDH : Índice de desenvolvimento Humano (Educação-Renda e Longevidade)

População	Receita Orçamentária	ISSQN	%	FPM	%	CFEM	%	ICMS
7470	13553848,87	254639,99	1,88	4405347,37	32,50	941091,61	6,94	3851780,62
48723	147173505,3	18214886,83	12,38	14684491,18	9,98	18425595,9	12,52	58030355,49
114579	92538791,46	4137837,83	4,47	23495325,45	25,39	264071,99	0,29	12094931,84
14548	12676272,94	154380,16	1,22	7342247,06	57,92	3829,31	0,03	1680136,24
6036	16059556,94	9959228,72	62,01	4405347,37	27,43	0	0	854186,02
35475	65662157,59	7799845,69	11,88	11747592,93	17,89	0	0	31977491,91
3657	7481120,96	525508,69	7,02	4405347,37	58,89	0	0	1138489,92