

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

O DEBATE SOBRE O AQUECIMENTO GLOBAL EM SALA DE
AULA: O SUJEITO DIALÓGICO E A RESPONSABILIDADE DO ATO
FRENTE A UM PROBLEMA SÓCIO-CIENTÍFICO CONTROVERSO

Luis Gustavo D' Carlos Barbosa

Belo Horizonte
2010

Luis Gustavo D' Carlos Barbosa

**O DEBATE SOBRE O AQUECIMENTO GLOBAL EM SALA DE
AULA: O SUJEITO DIALÓGICO E A RESPONSABILIDADE DO ATO
FRENTE A UM PROBLEMA SÓCIOCIENTÍFICO CONTROVERSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação

Programa de Pós-graduação em Educação:
Conhecimento e Inclusão Social

Linha de pesquisa: Educação e Ciências

Orientadora: Prof. Dra. Maria Emília Caixeta de Castro Lima

Coorientadora: Prof. Dra. Andréa Horta Machado

Belo Horizonte
2010

Luis Gustavo D' Carlos Barbosa

**O DEBATE SOBRE O AQUECIMENTO GLOBAL EM SALA DE
AULA: O SUJEITO DIALÓGICO E A RESPONSABILIDADE DO ATO
FRENTE A UM PROBLEMA SÓCIOCIENTÍFICO CONTROVERSO**

Dissertação defendida e aprovada em 20 de agosto de 2010, pela banca examinadora
composta pelos seguintes professores:

Prof. Dra. Maria Emília Caixeta de Castro Lima

Prof. Dra. Andréa Horta Machado

Prof. Dra. Nilma Soares da Silva

Prof. Dr. Orlando Aguiar Júnior

Aos meus alunos, ex, atuais e futuros, que apesar de frequentemente expressarem a precária e controvertida natureza humana, provocam o meu espanto frente à beleza do homem e de suas possibilidades, tão diverso e único em busca de sentido, revelado em palavras próprias e de outrem, mas velado o suficiente para me fazer pensar. Por isso escrevo. Por eles escrevo.

AGRADECIMENTOS

É preciso agradecer. Não pelo trabalho que finda, mas pelas “costuras” e, principalmente, pelas mãos dos costureiros que, ponto a ponto, constituíram-me. Agradecer é reconhecer autores. Autores do Luis Gustavo, pois apesar de único, sou muitos, ou muitos são / estão em mim. Pelas palavras de outrem, como simples humano que sou, sou tecido. Também sou ecos de sonhos, desejos, medos e ausências. Sou desenho iniciado por meus pais Zeca e Kate, que por minúcias teimosas falam do gosto pelo conhecimento, pela escola como lugar de prazer e conquista. Amado por eles, amante do homem e da vida me fiz, responsivo a tão sublime dom. Dizem em mim, otimismo e discricção de Arnaldo e Laura, generosidade e alegria em celebrar a vida de Chiquito e Faustina, queridos avós, sempre presentes. Costumam balbuciar vez ou outra, a doce irreverência do meu irmão Saulo e a formigueira determinação do Dudu. Ah, como exclama liberdade o sorriso da minha Raíssa, esposa e espelho. Dos Outros, o mais perto, mais íntimo. Sempre parceira na árdua tarefa cotidiana de recolher a alegria ao fim do dia e devolver-me a mim mesmo, quando necessário. Amigos: verdadeiros “personal philosophers”. Nos mais inusitados contextos, Marcelo Ventura, Maria Aline e Henrique, em meio a diálogos sobre a vida, o homem, a espiritualidade, fizeram-se intermináveis dentro de mim por ecos que não sei dar nome. Dentro da academia, tantas vozes de saberes “científicos legítimos”, mas pouco legitimadas pela vida ligeira que pede mais sabor, mais sentido. Felizmente, houve pérolas. Guardo a simples e sábia postura do Orlando nas primeiras aulas de prática de ensino, sempre disponível a uma reflexão “bacaninha” que nos enchesse a mente e o coração. A colorida caçadora Ruth, caçadora de vida em plenitude, àquela que me convidou a buscar “o que fizessem meus olhos brilhar” em nosso primeiro encontro de orientação. E por aí segui e ainda sigo. A tão zelosa professora e parceira Andréa, ciente do seu papel social, contagia-me pelo simples fato de ser realizada e feliz como educadora. A Maria Emília, mulher-tufão em personalidade, mas brisa acariciadora dos detalhes e necessidades de seus alunos. Tão rica em seus universos e possibilidades, parece ter “fincado o pé” no cuidado ao humano. Por certo, aprendi com todos os quatro alguns importantes referenciais teórico-metodológicos. Mas muito mais ressonante, foram trilhas que intuí em nossas convivências sobre os sabores de ser educador, de acreditar no ser humano e na incompletude como lugar de libertação e não de medo. A um Outro que não pode faltar. Jesus de Nazaré, tão histórico, mas atual, tão “falante” por seus discípulos Ramón, Áureo e Edson, amigos peregrinos. Mais que enunciados morais ou uma cartilha de dogmas, suas palavras produzem em mim esperança, sede de justiça e encanto pela diversidade humana. Perfumam minha atmosfera do essencial: o amor entre os homens que nos irmana e nos convida a chamar Deus de Pai. Palavras de tantos outros que me fazem, mas acabaram por se perder na poeira do tempo. Seus rostos, moradas, passagens não são anônimos, só não mais sei como chamá-los. Mas aqui estão. Aqui continuam “sendo” em mim.

A todos vocês, minha reverência e meu muito obrigado.

A maior riqueza do homem
é a sua incompletude.
Nesse ponto sou abastado.
Palavras que me aceitam como
sou - eu não aceito.
Não agüento ser apenas um
sujeito que abre
portas, que puxa válvulas,
que olha o relógio, que
compra pão às 6 horas da tarde,
que vai lá fora,
que aponta lápis,
que vê a uva etc. etc.
Perdoai
Mas eu preciso ser Outros.
Eu penso renovar o homem
usando borboletas.

Manoel de Barros

RESUMO

A utilização de temas controversos no ensino básico e superior, como expressão do currículo CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, tem se multiplicado nos últimos anos. Reconhecemos a necessidade de compreendermos mais profundamente o posicionamento dos sujeitos frente aos temas controversos, pois estamos diante da construção de uma nova relação entre estes e a Ciência, não mais a tratando como depositária de verdades sólidas e lineares, mas como parte de uma complexa rede de fenômenos, em que previsões absolutas e acabadas são cada vez mais inadequadas. Educar sintonizado a esta mudança de perspectiva, significa necessariamente valorizar a dimensão controvertida da Ciência, o valor da dúvida e do questionamento no interior dela. Neste trabalho tivemos como objetivo analisar três episódios transcorridos em duas aulas de química ministradas a adolescentes na faixa etária média de 15 anos, em uma escola pública federal. Várias vozes de cientistas e ambientalistas foram trazidas para leitura de pequenos grupos e discutidas em plenária, momento em que focalizamos as interações discursivas dos sujeitos envolvidos sobre o efeito estufa e sua controvertida relação com o aquecimento global. Elegemos quatro questões centrais: Que vozes estão presentes neste debate, e como elas se encontram, são assimiladas e reacentuadas mutuamente pelos sujeitos? Quais os sentidos emergentes do diálogo entre os vários sujeitos envolvidos? De que forma as diferentes enunciações da professora, textos escritos e discursos dos pares, que circulam nesta sala de aula, constituem os processos de elaboração dos posicionamentos pessoais? Em que medida os sujeitos, ao se posicionarem, vivenciam responsável e responsivamente seus atos? Utilizamos como referencial a Teoria da Enunciação de M.M. Bakhtin, especialmente em duas categorias: o movimento de apropriação da palavra alheia e a responsabilidade/responsividade do ato do sujeito. A opção pela análise das enunciações pretendeu garantir unidade entre o conteúdo do que foi dito e o modo como foi dito. Como resultados, pudemos flagrar alguns processos que nos indicam a apropriação da palavra do outro, como uma atitude ativa responsiva e de como este processo é único, singular e individual. Há identificações entre eles, mas também desidentificações. As apropriações dos discursos – consensos e dissensos – ocorrem em diferentes ritmos dentro de um mesmo grupo e também entre sujeitos de grupos diferentes. Neste sentido, é possível observar que há diferentes graus de consciência da alteridade. E, ainda que haja demarcação de ideias, há diferentes acentos afetivos: uns mais reticentes, outros mais apaixonados e certos de suas posições. Quanto à responsabilidade no posicionamento, observamos deslocamentos de um lugar de “todos” ou de “ninguém” para um lugar de indivíduo que toma consciência de sua unicidade e responde apesar da “não certeza” acerca do tema debatido ou do posicionamento “da maioria”. Como implicação desta pesquisa, discute-se a importância de valorizar a dúvida e a incerteza na educação em ciências, bem como a valorização da subjetividade propiciada pela discussão de temas controversos em sala de aula.

Palavras-Chave: temas controversos – interações discursivas - atos responsáveis

ABSTRACT

The use of controversial themes in basic and higher education, as an expression of the curriculum of STC – Science, Technology and Society, has been multiplied in the last years. We acknowledge the need to understand more deeply the subjects' positioning in front of controversial themes, since we are facing the building of a new relationship between those themes and Science, no longer treating it as a holder of solid and linear truths, but as a part as a complex phenomena network, that absolute and finished predictions are increasingly inadequate. Educating tuned to that change in perspective necessarily means to value the controverted dimension of Science, the value of doubt and questioning inside it. In this work we aimed to examine three episodes occurred in two chemistry classes taught to teenagers in the average age of 15 years in a federal public school from Brazil. Several voices of scientists and environmentalists were brought to be read by small groups and discussed in plenary, when we focused on the discursive interactions of the engaged subjects on greenhouse effect and its controversial relationship with global warming. We have elected four central questions: which are and how are re-stressed the voices on the negotiations that set up between the subjects participating of the discussion? What senses emerging dialogue between the various subjects involved? How the different utterances of the teacher, written texts and speeches of the pairs, which move in this classroom, are the processes of preparing personal positions? To what extent the subjects, while positioning themselves, live responsibly and responsively their acts? We used as reference Bakhtin's Theory of Enunciation, especially on two categories: the movement of appropriation of the other's words, the responsibility/responsiveness of the subject's act. The option for the enunciation's analyze aimed to guarantee unity between the content of what was said, and the way it was said. As results we could observe some processes that indicate the appropriation of the other's words, as an active responsive attitude, and how that process is unique, singular and individual. There are identifications between them, but also un-identifications. The discourse appropriations – consensus and dissensus – happened in different rhythms inside the same groups and also between subjects of different groups. In that sense, we can observe that there are different levels of consciousness of otherness. And though there exist ideas demarcation, there are different affective stresses: some more reticent, others more passionate e secure of their positions. Concerning the responsibility for positioning, we have observed dislocations from the place of "all" or "nobody" to the place of individual that becomes conscious of his unicity and responses besides "not being sure" of the theme discussed or the "majority" positioning. As an implication of this research, discusses the importance of valuing the doubt and uncertainty in science education and the appreciation of subjectivity afforded by the discussion of controversial topics in class.

Key-words: Controversial themes; discursive interactions; responsible acts.

SUMÁRIO

1	MEUS CAMINHOS E AS ORIGENS DO MEU TRABALHO.....	12
2	O PROJETO DE PESQUISA GANHA FORMA: QUAIS QUESTÕES REALMENTE IMPORTAM SER INVESTIGADAS?	15
3	COMPREENDER PROCESSOS DISCURSIVOS QUE ENVOLVEM A ABORDAGEM DE CONTROVÉRSIAS EM SALA DE AULA: QUAL A IMPORTÂNCIA DESTE ESFORÇO?.....	18
3.1	O que entendemos por problemas sóciocientíficos controversos.....	18
3.2	Transição paradigmática: a Ciência em crise na contemporaneidade.....	21
3.3	Por que abordar um problema sóciocientífico controverso em sala de aula?.....	23
3.4	Temas controversos na educação em ciências: revisão da literatura.....	27
4	PRINCIPAIS OBJETIVOS PROPOSTOS	
4.1	Objetivos Gerais.....	33
4.2	Objetivos Específicos.....	33
5	PRESSUPOSTOS ASSUMIDOS PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA: DE QUE LUGAR NÓS FALAMOS E QUE VOZES EVOCAMOS?	
5.1	Aquecimento global: um problema sóciocientífico controverso.....	35
5.2	Referenciais teórico-metodológicos: A subcultura da ciência escolar, o Sujeito e o Discurso.....	45
6	DADOS EMPÍRICOS E INTERPRETAÇÃO DAS INTERAÇÕES ENTRE OS SUJEITOS	
6.1	Considerações metodológicas.....	52
6.2	Análise dos episódios.....	53
	Episódio 1 - O que sabemos e o que queremos saber!.....	54
	Episódio 2 - O que diz e quem diz: vozes em circulação.....	57
	Episódio 3 - Você fala automático sem você perceber!.....	65
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	40
Gráfico 1	37
Gráfico 2	41

1 - MEUS CAMINHOS E AS ORIGENS DO MEU TRABALHO

Aulas de cálculo, física, mecânica dos fluidos ou análise estrutural eram desafiantes e estimulantes para um adolescente de 17 anos, que acabara de ingressar no curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais. Estamos no ano 2000. Passada a euforia dos dois primeiros períodos, as vozes que dizem “para além do acadêmico”, como os movimentos artísticos, políticos e religiosos começaram a dialogar comigo de maneira tão envolvente que os sentidos de outrora já não sustentavam mais o jovem de convicções nascentes. Em meio à crise da escolha profissional na metade do curso, um convite para participar como monitor/professor do PVC – Pré-Vestibular Comunitário, um movimento social que visa à preparação de jovens e adultos de classes populares em núcleos localizados em bairros de periferia, vilas e favelas.

O florescimento de sentimentos despertados pela possibilidade de contribuir para o acesso destas pessoas à universidade, pela centralidade do ser humano como “motivação inicial” e finalidade dos meus estudos, além do cuidado dispensado à formação do sujeito em suas diversas dimensões, projetaram-me a uma reorientação profissional. Nos últimos meses de 2002, fiz reopção para Licenciatura em Física, ainda encantado pelas Ciências da Natureza e suas linguagens, mas certo de que a tônica de minha escolha se dava na formação pedagógica que receberia nos anos seguintes. Em outras palavras, estava mais ressonante à construção da identidade de professor, que propriamente da identidade de físico ou pesquisador/cientista. As intuições relacionadas a este momento tem sido concretizadas nos últimos oito anos.

Ainda estudante de licenciatura, inaugurei minha experiência como professor no ensino público, especificamente em turmas noturnas, lecionando a alunos de 3º ano em 2003 e 1º ano em 2004, ano em que viria a me graduar.

Como professor de física no ensino médio logo manifestei particular interesse no ensino por investigação e na problematização das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, ancorado na discussão de alternativas curriculares significadas em contextos sócio-científicos ou artefatos tecnológicos.

Em 2007, um projeto multidisciplinar sobre a problemática ambiental foi realizado na escola pública estadual por um grupo de professores. Como docente daquela

instituição naquele momento, desenvolvi atividades investigativas¹ envolvendo os conceitos de calor e temperatura e suas relações com as mudanças climáticas. Posteriormente, incentivei meus alunos a aplicarem os conhecimentos científicos adquiridos na produção de cartilhas, maquetes de fontes alternativas, dentre outras ações. Esta experiência culminou com a escrita de minha monografia de conclusão do curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação. Em Barbosa e Castro (2007) fizemos uma discussão acerca da viabilidade de se ensinar Ciências no nível médio a partir de uma abordagem temática e apresentamos a seqüência didática de ensino que fora parcialmente vivenciada por meus alunos.

As origens do interesse em me tornar pesquisador aprendiz, desta vez ingressando em uma modalidade de pós-graduação strito sensu como mestrando, remetiam ao desejo de reaplicar a seqüência de ensino desenhada por mim em 2007, analisando dimensões curriculares de forma comparativa: a abordagem temática *versus* a organização curricular tradicional por tópicos conceituais.

Fato é que as disciplinas cursadas e o intenso convívio com o grupo de pesquisadores mais experientes, marcadamente influenciados pelas idéias de Vigotski e Bakhtin acerca da constituição do sujeito histórico e culturalmente tecido pelos signos, em especial pela linguagem, acabaram por despertar em mim o desejo de compreender minha própria prática, minhas escolhas pedagógicas e interações com meus alunos. Foi assim que me dei conta de que meu projeto inicial tratava apenas de análise de conteúdo, contagens de frequência de comportamentos manifestados ou respostas acertadas, e que pouco incrementaria minha compreensão a respeito do “objeto” pelo qual me apaixonara nos primeiros anos de graduação: o ser humano. Estudos sobre interações discursivas na linha da sociolinguística interacional, rodas de conversas sobre as ideias de Bakhtin, seminários sobre a formação do sujeito em Vigotski, acabaram por sedimentar meu “giro linguístico” pessoal, concentrando-me no discurso como constituinte do sujeito, e por que não dizer como revelador de sua humanidade. Pensar o sujeito não se fez possível sem o encontro com suas dimensões contraditórias e controversas, antes não abordadas em meu projeto de especialização.

Assim, embora o tema sócioambiental “Aquecimento Global e mudanças climáticas” tenha se mantido desde o pré-projeto original, houve uma clara reorientação dos *produtos* (planejamento, escritos, reflexões sobre investigações) para os *processos* (tensões na

¹ Coleta da temperatura de várias superfícies utilizando o termômetro de captação infravermelha, construção de estufa simulada, simulação computacional da mudança de variáveis atmosféricas e influência na temperatura média terrestre, etc.

mediação do professor, o que se diz associado ao modo como se diz, os encontros e desencontros dos vários discursos circulantes, sentidos emergentes, etc.). Houve também uma migração da minha intencionalidade em ensinar conceitos científicos através de um tema sóciocientífico consensual para a compreensão de como os sujeitos percebem um tema sóciocientífico controverso e se percebem responsáveis ou não mediante a ele. Como professor e pesquisador, percebi uma mudança em minha compreensão do fenômeno aquecimento global ao longo do projeto, ganhando novos sentidos ao valorizar a polifonia sobre tal tema.

Narro esta pequena autobiografia de minha trajetória profissional, não apenas por caráter estético ou ilustrativo, mas para que me faça melhor compreendido em minhas escolhas como professor e pesquisador em Educação. Acredito que o objeto não está separado e delineado à parte do sujeito, sendo construído na interação. Por isso, minha subjetividade diz das escolhas que realizei neste projeto.

2 - O PROJETO DE PESQUISA GANHA FORMA: QUAIS QUESTÕES REALMENTE IMPORTAM SER INVESTIGADAS?

Enquanto pensava em como iria re-estruturar minha antiga sequência didática, explorada na especialização, enquanto recapitulava amigos professores que acolheriam minha pesquisa, recebi uma notícia crucial. Minha orientadora e coorientadora, juntamente com o Prof. Dr. Orlando Aguiar Júnior, da Faculdade de Educação da UFMG, desenvolviam naquele momento um material didático sobre a temática *Aquecimento Global e Efeito Estufa*, e me convidaram para acompanhar a sequência de ensino de 10 encontros de 100 minutos, que se realizaria em uma sala de aula com 35 alunos pertencentes ao 1º ano do ensino médio em uma escola pública federal na cidade de Belo Horizonte. A professora de química regente e os estudantes, acostumados a participar de procedimentos de pesquisa, haviam acabado de finalizar o primeiro módulo de conteúdo do ano: o modelo cinético molecular. Tais estudos serviriam de referência à retomada da professora sobre os limites e as possibilidades de um modelo científico ao longo da sequência, bem como para subsidiar o ensino do conceito de ressonância entre radiações e gases-estufa. Como aprendiz inexperiente e orientando obediente, aceitei o desafio e armei toda a estrutura para a coleta de dados.

Os encontros foram mediados pelo material paradidático intitulado *Aquecimento global e efeito estufa: a ciência por trás de uma controvérsia*. Esse foi construído de modo a situar o aluno no problema em questão, introduzir posições em desacordo de diferentes cientistas, além de questionar se seria possível afirmar a real ocorrência do fenômeno no momento presente, e se sim, quais seriam suas possíveis causas. Concomitantemente, a sequência pretendia fornecer conceitos científicos para fundamentar a compreensão dos fenômenos analisados, de forma a aguçar a percepção e criticidade do educando em seu posicionamento pessoal. Houve uma intencionalidade explícita acordada entre os autores e a professora regente de que as mediações realizadas não restringissem sentidos, mas possibilitassem a abertura para explicações e interpretações variadas, tomadas de posições diversificadas, ainda que saibamos que estas são datadas e circunstanciadas no contexto de sala de aula. Não fazia parte da proposta de ensino assumir partido a favor ou contra a existência do fenômeno em escala global, não privilegiando a hipótese antropogênica ou a hipótese de origem natural como possível causa. Apresento, a seguir, um quadro esquemático que sintetiza as atividades realizadas durante a sequência de ensino:

Encontro Nº	ATIVIDADE
1	<p>Atividade 1: o que sabemos sobre aquecimento global? Discussão nos pequenos grupos e elaboração de uma síntese escrita de “o que sabemos” e “o que gostaríamos de saber” sobre aquecimento global e, separadamente, sobre efeito estufa.</p>
2	<p>Coleta em jornais e revistas de notícias relacionadas com ambos os temas. Em pequenos grupos, identificar as principais idéias e argumentos apresentados e se posicionar frente a eles. Debate em assembléia sobre os diversos posicionamentos dos alunos e possíveis diálogos com os textos lidos.</p>
3	<p>Atividade 2: Aquecimento global: um tema polêmico Construção do conceito de temperatura média do planeta Terra e métodos de medida. Análise conjunta da variação de temperatura média da Terra nos últimos 150 anos. Exploração de simulações computacionais disponibilizadas na internet para elucidação dos conceitos. Atividade investigativa experimental com objetivo de medir diversas temperaturas de objetos, considerando variáveis como cor, grau de iluminação solar, estufa de vidro, etc.</p>
4	<p>Atividade 3: Balanço energético terrestre e radiação infravermelha Construção do conceito de balanço energético terrestre e debate em plenária se o efeito estufa é prejudicial em si mesmo. Apresentação do contexto histórico da “descoberta” dos raios infravermelhos e construção do conceito de transferência de energia térmica. Exibição e discussão sobre vídeo que apresenta a radiação infravermelha.</p>
5	<p>Exibição do vídeo produzido pelo Green Peace sobre aquecimento global no Brasil. Debate sobre intencionalidades e sentidos do discurso presente no filme.</p>
6	<p>Atividade 4: Um modelo para as interações entre o CO₂ Realização de atividade investigativa sobre ressonância em anéis de acetato e haste presa a bolinhas de borracha e tênis. Discussão das atividades e construção do conceito de ressonância.</p>
7	<p>Leitura conjunta em sala do texto “Gases estufa”. Exibição do vídeo sobre gases atmosféricos – produção da revista “Química na escola”. Debate sobre intencionalidade e sentidos possíveis.</p>
8	<p>Atividade 5: Ações de proteção do homem sobre o ambiente Em pequenos grupos, emissão de juízo de valor sobre iniciativas tomadas em diversos países mediante ao agravamento da crise ambiental.</p>
9	<p>Apresentação das “Ações de Proteção do homem sobre o meio ambiente” em plenária. Debate.</p>
10	<p>Atividade 6: Posicionamento Leitura de posições de diferentes cientistas sobre aquecimento global. Retomada do registro da primeira aula com o objetivo de identificar lacunas, problemas conceituais e argumentos inicialmente utilizados. Elaboração de uma autocrítica e manutenção ou reversão do posicionamento inicial frente à controvérsia. Escrita de uma carta ao editor da revista ou jornal responsável pela publicação do artigo selecionado na primeira aula, demarcando o posicionamento pessoal através de argumentos conceituais ou valorativos.</p> <p>Atividade 7: Avaliação individual escrita sobre o tema estudado.</p>

Focalizamos na presente pesquisa a tomada de consciência por parte dos estudantes sobre a existência da controvérsia acerca do problema sóciocientífico proposto, bem como seus posicionamentos teóricos e atitudinais que emergiram nas duas primeiras aulas. A maior parte dos dados coletados não foi analisada e poderá ser retomada para outros estudos que pretendemos fazer futuramente.

Neste contexto escolar inserimos nossa pesquisa, com a intenção de compreender como se dá o processo das interações discursivas dos estudantes frente às controvertidas causas do aquecimento global e ao questionamento realizado nesta sala de aula sobre a sua existência no momento presente. Enfim, problematizamos:

1. Que vozes estão presentes neste debate, e como elas se encontram, são assimiladas e reacentuadas mutuamente pelos sujeitos?
2. Quais os sentidos emergentes do diálogo entre os vários sujeitos envolvidos?
3. De que forma as diferentes enunciações da professora, textos escritos e discursos dos pares, que circulam nesta sala de aula, constituem os processos de elaboração dos posicionamentos pessoais?
4. Em que medida os sujeitos, ao se posicionarem, vivenciam responsável e responsivamente seus atos?

3 - COMPREENDER PROCESSOS DISCURSIVOS QUE ENVOLVEM A ABORDAGEM DE CONTROVÉRSIAS EM SALA DE AULA: QUAL A IMPORTÂNCIA DESTE ESFORÇO?

A busca de compreender os modos pelos quais os sujeitos interagem e se constituem em seus conhecimentos, valores e posicionamentos, especificamente na abordagem de problema sóciocientífico controverso em sala de aula, envolve um caminho constituído por uma teia de ideias e trabalhos já desenvolvidos.

O percurso escolhido neste trabalho exige a explicitação de alguns aspectos. O primeiro deles trata de situar o que compreendemos por problemas sóciocientíficos controversos mediante as linhas teóricas existentes.

Em segundo lugar, torna-se importante localizar a discussão sobre a importância conferida à inserção de problemas sóciocientíficos controversos no currículo frente a uma transição paradigmática vivida pela ciência.

Por fim, apresentaremos como a literatura nacional e internacional aborda teórica e empiricamente temas controversos, e de que maneira enfocam as interações discursivas e as subjetividades em formação.

Após este percurso, situaremos nossa proposta de pesquisa.

3.1 – O que entendemos por problemas sóciocientíficos controversos

A inclusão de problemas sóciocientíficos no currículo constitui uma possível expressão do currículo CTS. Ela significa, nas palavras de Sadler & Fowler (2006), situar problemas do mundo real como plataformas para a exploração do aprendiz de conteúdos tradicionais por meio da realidade social, imersa na prática científica. Há um consenso entre entidades de vários países, como a AAAS² nos EUA, a Royal Society na Inglaterra e o MEC no Brasil, de que a habilidade de tomar decisões mediante problemas pessoais e sociais com forte componente científico-tecnológico constitui um dos fundamentos para a formação do

² American Association for the Advancement of Science

cidadão no mundo de hoje. Os Parâmetros Curriculares Nacionais citam a necessidade de desenvolver a “competência de emissão de juízos de valor” (CNE, 1998).

Dentro de tão ampla gama de contextos e perspectivas da abordagem CTS, alguns problemas sóciocientíficos são denominados *temas controversos*, *temas polêmicos* ou até mesmo *temas contemporâneos*.

Embora problemas sóciocientíficos sejam tratados como necessariamente controversos por diversos autores (KOLST, 2006; SADLER & FOWLER, 2006; KOLST *et al.*, 2006), acreditamos que nem todo problema que se entrelaça em dimensões sociais e científicas é controvertido publicamente do ponto de vista dos seus efeitos sobre os sujeitos, como são os casos, por exemplo, dos discursos ambientalistas quanto à necessidade de preservação dos mananciais de água, da inadequação de lixões enterrados, e contra o desperdício de energia. Por este motivo, tais problemas gozam de considerável consenso. Já problemas sóciocientíficos de natureza controversa suscitam necessariamente “nos diferentes atores sociais envolvidos, posicionamentos políticos, sensibilidades éticas e estéticas diversificadas ou diferentes maneiras de interpretar uma dada realidade” (SILVA & CARVALHO, 2007). Essa diversidade de posições é o que marca problemas de natureza complexa e que não são redutíveis à investigação empírica da Ciência, mas permeados por valores e dilemas de várias naturezas. Como exemplo, pode-se citar a terapia gênica, o uso da radiação em alimentos e nas comunicações, a geração de tecnologia nuclear, entre outras tecnologias.

A própria definição de *controvérsia* é controvertida. Podemos associá-la apenas à dimensão interna da produção científica como “uma disputa conduzida publicamente e mantida persistentemente, sobre um assunto de opinião considerado significativo por um número de cientistas praticantes” (NARASIMHAN, 2001). Entretanto, o mesmo autor pontua que as controvérsias, além de *fatores epistêmicos ou internos*, podem ser originadas de *fatores não-epistêmicos ou externos* à produção científica. Poderíamos citar como exemplo de fatores epistêmicos: a ascensão, negociação e rejeição de teorias, discordâncias metodológicas sobre as estratégias de coleta de dados ou o recorte da amostra, discordâncias sobre a validade ou alcance dos modelos elaborados, os *status* diferenciados conferidos aos pesquisadores e as suas afirmações, etc. Apontamos como exemplos de fatores não-epistêmicos: os diversos interesses em disputa e seus vários atores sociais (cientistas, grupos econômicos, ambientalistas, líderes políticos, mídia, etc.), as discussões éticas, filosóficas e religiosas

acerca da moralidade de determinadas propostas de pesquisa e suas aplicações, a dissonância entre a produção científica e sua divulgação pelos meios de comunicação, entre outros.

Diferentemente de Narasimhan, outros autores, por sua vez, não se ocupam de delimitarem a fronteira entre interno/externo à ciência, mas tomam a controvérsia a partir de problemas locais como, por exemplo, a polêmica em uma cidade norueguesa envolvendo a transposição das redes elétricas aéreas para sistemas subterrâneos sob o dilema do alto custo público *versus* risco incerto de aumento na incidência de leucemia em crianças que vivem próximo às redes, conforme relatado por Kolst (2006), ou a recente polêmica da transposição do Rio São Francisco citada por Zuin & Freitas (2007). Nestes casos, torna-se difícil delimitar se a controvérsia científica, reconhecida pelas discordâncias dentro da comunidade de pares, é sucedida ou precedida pela controvérsia política ou social, originada na sociedade, fora dos espaços de produção do conhecimento.

Interessa-nos aprofundar neste universo das controvérsias, não delimitando *a priori* um enquadramento da definição, mas abordando a palavra-conceito em sua natureza polissêmica. Preferimos pensar na definição de Narasimhan (2001) apenas para fins didáticos de mapeamento das investigações realizadas, pois acreditar na real fronteira entre interno/externo nas controvérsias, pode implicitamente negar a Ciência como construção histórica e social, permeada de contradições, como qualquer outra atividade humana. Afirmamos o social e político como dimensões presentes não apenas fora das fronteiras da Ciência, mas perpassando-a, constituem seu núcleo mais interior.

Educar sintonizado a esta perspectiva significa, necessariamente, valorizar a dimensão controvertida da Ciência, o valor da dúvida e do questionamento no interior dela. A estratégia de se utilizar problemas sócio-científicos controversos torna-se não apenas plausível, mas essencial, tal qual Silva e Carvalho (2007):

Os temas controversos possibilitam afastarmo-nos dos conceitos de harmonia, verdade absoluta, totalidade, determinismo, universo mecânico e neutralidade, normalmente presentes no discurso científico. Eles induzem ao pensamento crítico ao retomar os questionamentos direcionados para a visão de mundo contemporânea e suscitam o diálogo entre diferentes formas de saber. (p.7)

Cabe-nos examinar mais de perto: que *conceitos de harmonia e verdade absoluta* são esses? Como foram constituídos? A que *visão de mundo contemporânea* os autores da citação se referem? Como esta visão se contrapõe aos referidos conceitos?

3.2 – Transição paradigmática: a Ciência em crise na contemporaneidade

Vivemos um tempo de insurgência das incertezas na ciência e em suas relações com a tecnologia e a sociedade. Este momento é identificado por Boaventura de Souza Santos (2002) como um momento de transição paradigmática, pois comporta uma nova relação do sujeito com a Ciência, não mais a concebendo como depositária de verdades sólidas e lineares, mas como parte de uma complexa rede de fenômenos, para os quais previsões absolutas e acabadas são cada vez mais inadequadas.

Para o autor, o paradigma dominante desenvolvido no âmbito das Ciências Naturais durante os séculos XVII, XVIII e XIX, defendeu-se das ‘perturbações’ do senso comum e das humanidades, negando o caráter racional a outras formas de conhecimento. Assim, a ciência fez-se global (pelo menos ocidental) e totalitária ao se legitimar como única forma de conhecimento verdadeiro.

Em tal paradigma, as ideias seriam supostamente claras, simples, neutras e objetivas, e a linguagem matemática uma forma privilegiada de expressá-las. Galileu e Descartes foram influências estruturadoras desta forma de pensar. Duas consequências decorreram de suas respectivas ideias: *conhecer* passou a coincidir com *quantificar*, sendo pouco relevante aquilo que não fosse mensurável; conhecer passou a significar dividir e classificar para depois compreender as relações sistemáticas, fato de que decorre uma redução da complexidade da realidade (SANTOS, 2002, p.63). Na visão cartesiana, o conhecimento adquire um caráter pragmático, acentuando uma ideologia de domínio calcada na oposição homem-natureza ou sujeito-objeto, conforme exemplo a seguir:

[...] em vez dessa filosofia especulativa que se ensina nas escolas, pode-se encontrar numa outra prática, mediante a qual, conhecendo a força e a ação do fogo, da água, do ar, dos astros, dos céus e de todos os outros corpos que nos rodeiam tão distintamente como conhecemos os diversos ofícios de nossos artefatos, poderíamos empregá-los do mesmo em todos os usos a que são adequados e assim nos tornar como que senhores e possuidores da natureza (DESCARTES, 1996, p. 69)

Para Boaventura, nesse paradigma, prevalece a crença de que as condições iniciais, aleatoriamente recortadas, são as mesmas independentemente do tempo e espaço. Ancorado no pensamento de Isaac Newton, o universo comportar-se-ia como uma máquina, onde leis poderiam prever objetivamente o que aconteceria no futuro, que se constituiria

basicamente em uma repetição do passado. “A metateoria do paradigma é a ordem e a estabilidade do mundo” (p. 64). Também seria possível afirmar que tal paradigma privilegia o “como funciona” em detrimento de “qual é o agente” ou “qual é o fim das coisas”, construção que constitui a cerne do divórcio entre Ciência e senso comum.

Segundo as palavras de Ribeiro *et al* (2010), a educação estruturada na modernidade caracteriza bem tal paradigma dominante:

Na Educação moderna, o que não é científico, calcado no cartesianismo e no mecanicismo, é desconsiderado. É uma Pedagogia induzida, behaviorista, a qual se baseia na transmissão do conhecimento pelo professor e no acúmulo do mesmo pelos alunos. (...) O erro é tido como algo ruim e deve ser evitado. O importante é o resultado eficiente, as notas, ou melhor, o produto final. A memorização mecânica, por intermédio de um ensino descontextualizado e pouco interativo, é o melhor caminho na instrução de sujeitos racionais, “pensantes” e “esclarecidos”. (...) Nesse processo, os aspectos afetivos e intersubjetivos – diálogo entre pessoas e saberes distintos – não são fomentados (p.9).

A crise epistemológica por que passa o paradigma dominante tem suas raízes, segundo Santos (2002, p.68), no próprio aprofundamento do conhecimento científico, que teria deixado à mostra as fragilidades de sua fundação. A relatividade einsteiniana mostrou que os instrumentos de medidas não são absolutos, pois a simultaneidade de um evento é relativa ao sistema de referência. A mecânica quântica com Bohr e Heisenberg revelou a influência não desprezível do observador no processo de conhecer, o que tornou insustentável qualquer forma de pretensa neutralidade. Tal constatação, segundo Santos (2002, p.69), pôs em cheque o determinismo, pois revelou que a totalidade do real não se resume à soma das partes.

O projeto moderno de ciência, presidida pela exteriorização do objeto e interiorização do sujeito, pólos antes estanques e incomunicáveis, cada vez mais se apresentam como fronteiras de definição não totalmente clara. Teríamos passado à necessidade de ver as coisas não mais de forma isolada, mas como padrões de interconexões.

O indeterminismo, nas palavras de Levy e Santo (2007), torna-se mais aceitável e imperioso a cada dia, embora não possa ser confundido com imprevisibilidade, por tratar-se de uma previsibilidade alcançada pela probabilidade.

Que educação se coloca mediante a emergência deste paradigma? Mais uma vez recorremos a Ribeiro *et al* (2010):

A Educação pós-moderna é centrada no sujeito coletivo, se preocupa com o processo de assimilação e acomodação, como também com a construção do saber de forma dialógica e criativa. É uma Pedagogia contextualizada, recursiva, interdependente com o Universo e que, por conta disso, é vista como um sistema aberto. (...) É comprometida com a valorização das experiências subjetivas vividas pelos sujeitos educandos e com a sua formação política e ética, tendo em vista os conflitos étnico-culturais, a autoconsciência ecológica e os princípios humanitários. (...) Ver o erro como um fator de transformação na reorganização do sistema cognitivo, se justifica uma vez que somos seres limitados. (...) A ênfase é dada na aprendizagem do aluno, na sua emergência, criatividade e criticidade. (p.14)

A transição paradigmática há décadas tem inscrito profundas mudanças em nossas concepções sobre a educação em ciências. Resta-nos, portanto, examiná-las.

3.3 – Por que abordar problemas sóciocientíficos controversos em sala de aula?

Discutir terminologias como “problema sóciocientífico” ou “controvérsia” remete a uma discussão mais ampla sobre o conteúdo científico escolar e de como a ciência e suas intrincadas relações com o mundo atual, a partir do paradigma emergente, desafiam as práticas escolares. Que dimensões e relevâncias despontaram nas últimas décadas?

Carvalho (2004) argumenta que o conteúdo abordado no ensino de ciências não pode mais se restringir à dimensão conceitual, mas deve também ser portador de dimensão procedimental e atitudinal. Nas palavras de Maria Eduarda Vaz Moniz dos Santos (2004), é importante existir não só uma educação *em* Ciência, mas uma educação *sobre* Ciência e uma educação *pela* Ciência. Millar (2003) nos fala sobre a compreensão do conteúdo científico, compreensão dos métodos de investigação usados na ciência e compreensão da ciência como empreendimento social.

Percebemos a partir dos anos 60 uma nítida mudança da concepção do ensino de uma ciência “pura” para a concepção CTS, também conhecida por *Ciência, Tecnologia e Sociedade*. O movimento CTS foi motivado pelo início de protestos ambientais de grupos organizados em torno dos efeitos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Essa consciência ambiental também influenciou o campo da Educação e teve como marco inicial o livro *Primavera Silenciosa* da bióloga Rachel Carson, publicado ao final dos anos 50, cuja

denúncia correlaciona o desaparecimento de pássaros aos efeitos nocivos de fertilizantes químicos. Desde então, delinearam-se, no campo educacional, novas propostas curriculares, que tinham como elemento novo a problematização da ciência e da tecnologia, de forma crítica e não neutra, frente aos hábitos, saúde e valores da sociedade moderna. Apontou-se a necessidade de não mais se ensinar uma ciência “fechada”, de conteúdos prontos e acabados, mas de problematizar a natureza do conhecimento científico, seus processos de produção e suas contradições.

Santos (2004) ressalta a importância de uma educação *pela* Ciência, na qual aspectos filosóficos, sociais e éticos ganham espaço para delinear um ensino mais humanista. E complementa:

A concepção CTS de ensino de Ciências aponta para um ensino que ultrapasse a meta de aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas a conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha validade cultural, para além da validade científica. Tem como alvo, ensinar cada cidadão comum o essencial para chegar a sê-lo de fato, aproveitando a contribuição de uma educação científica e tecnológica e procurando sensibilizar para a dimensão ética e humana da Ciência. Assim, ao contrário de isolar, procura estabelecer relações entre as ciências naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo. (p.77)

Aikenhead (2009) também nos ajuda a pensar os desafios do ensino de ciências na contemporaneidade. Ele compreende a Ciência como um empreendimento cultural e, portanto, como construção sócio-histórica. À luz da antropologia cultural, a Ciência deixa o domínio da explicação universal e passa a ser considerada como parte, e, portanto subcultura da cultura ocidental. Concordamos com o autor em admitir que a Ciência é encarada na maioria das vezes como pouco familiar ao universo cultural dos estudantes, pois ela constitui um subconjunto, que na maioria das vezes, apresenta pequena interseção com a vida dos mesmos.

Partindo desta premissa, o processo de escolarização passa a ser concebido como um cruzamento cultural. A subcultura do cotidiano do estudante se cruza com a subcultura da ciência, já amplamente exposta na discussão sobre a transição paradigmática, e a subcultura da ciência escolar. Essa última, por sua vez, tem como horizonte a expectativa de que os estudantes adquiram as normas, os valores, as crenças, as expectativas e as ações convencionais da ciência e que as tornem parte integrante de seus mundos. Neste contexto, os

currículos científicos acabam geralmente por expressar imagens estereotipadas da ciência: socialmente estéril, autoritária, não humanista, positivista e detentora da verdade absoluta.

Aikenhead (2009) concebe a abordagem CTS como *humanística cultural*, a qual “promove a utilidade prática, valores humanos e uma ligação com os problemas pessoais e sociais de forma a promover e a alcançar a inclusão e um ensino centrado no estudante” (p. 51). Ele aprofunda sua definição em termos metodológicos:

A abordagem CTS centra-se nos estudantes e não na ciência, ou seja, por outras palavras, a ciência é trazida ao mundo do estudante numa base de necessidade de saber, em vez de seguir a expectativa convencional de que o estudante deve entrar no mundo da ciência para adotar a visão de um cientista. (p. 22)

Carvalho (2004) propõe a formação no educando de uma *consciência tecnológica*, ou seja, uma consciência das implicações pessoais, sociais, morais, econômicas e, sobretudo, ambientais, do desenvolvimento tecnológico. Ela supõe que ao adquiri-la, os sujeitos, cidadãos em formação, terão melhores condições de participar de debates acerca de decisões que envolvam forte componente científico-tecnológico. É o chamado argumento democrático para ensinar ciências, amplamente discutido nas diretrizes curriculares mundiais e analisado por Millar (2003).

Entretanto, se tomarmos esta concepção a fundo, cabe questionar: a complexidade dos conhecimentos científicos e o elevado número de conceitos a serem ensinados para permitir um instrumental mínimo ao educando na tomada de decisões não tornariam inviável e irreal a relação entre alfabetização científico-tecnológica e participação cidadã?

Castro *et al* (2010) respondem a partir da crítica aos alicerces do conceito de alfabetização científico-tecnológica. Afirmam que sob o argumento democrático subjaz uma imagem de Ciência ‘esclarecedora’, em que sua racionalidade, erigida na modernidade, prevalece como a única válida e superior às demais formas de racionalidade. Os autores advogam para os modelos decisórios a existência de um lugar legitimado para que as pessoas possam se dizer por meio dos saberes da experiência, sem que se exija *a priori* um “letramento científico mínimo” que os autorize a participar. Segundo eles, tais saberes

(...) organizam-se a partir da experiência particular dos sujeitos. Ao contrário das proposições lógico-científicas, estão intimamente interessados no que é contextual e singular. A experiência lida com as idiossincrasias do mundo e vale-se para isso da força da tradição, não sendo passível de ser

"comprovada cientificamente" pela sua própria natureza. Para os não cientistas o valor de um conhecimento e sua autoridade reside na experiência acumulada de quem fala. O cacique, o xamã, o pajé, o lavrador, a benzedeira, o raizeiro, a doceira, a quitandeira, a parteira, etc. têm na sua experiência o lugar de autoridade, ao qual sempre recorrem (p.16).

Para os autores, os conhecimentos produzidos a partir destas outras racionalidades estão imersos na particularidade dos contextos de vida e de trabalho dos seus interessados e, por isso, frequentemente costumam ser rejeitados como não científicos e irracionais. No entanto, para Castro *et al* (2010)

são os conhecimentos da experiência que mobilizamos na maior parte do tempo para respondermos às nossas inquietações e fazer nossas escolhas, já que vivemos nossas vidas distensionados dos compromissos epistêmicos que regem o modo paradigmático de pensar (p.17).

Gil e Vilches (2006) citam um exemplo que ilustra a importância dos saberes da experiência: a existência de grupos não científicos no processo democrático para garantir o que se chama de *princípio de precaução*. Isto é, há diversas tecnologias controversas cujos malefícios e benefícios demandam não só investigações em longo prazo, mas também esforço coletivo de diálogo entre culturas diferentes para o seu enfrentamento. Seriam, então, passíveis de julgamento ético e não apenas técnico, no qual as pessoas teriam o direito de optar pela "precaução" e ponderação no uso destas tecnologias, a despeito de seus benefícios imediatos.

Santos (2004) alerta para o mito da *tecnocracia*, ideologia que apregoa a existência de um laço automático entre técnica e soluções eticamente boas, enquanto Auler e Delizoicov (2001) chamam atenção para a impossibilidade de solucionar os problemas sociais de modo eficiente e ideologicamente neutro.

Após tecermos considerações sobre o que seriam problemas sócio-científicos, a partir de que contexto epistemológico eles surgem, e que currículo científico encontram na escola, é preciso conhecer de que maneira os temas controversos são abordados na literatura.

3.4 – Temas controversos na educação em ciências: revisão da literatura

Com o objetivo de fazermos um levantamento das produções brasileiras que envolvem temas controversos, suas principais questões investigadas, problemas encontrados, aprendizagens oportunizadas, conhecimentos consolidados, referenciais teórico-metodológicos que dão suporte às análises, investigamos artigos publicados nos principais periódicos brasileiros durante os últimos cinco anos.

Acessamos o domínio *on line* dos periódicos nacionais avaliados como *qualis*³ A ou B, pela área 46 da CAPES – Ensino de Ciências e Matemática. Foram pesquisados 25 sítios eletrônicos, nos quais foram localizados 19 artigos de interesse em 7 publicações eletrônicas distintas: Ciência e Ensino (Unicamp), Ensaio (UFMG), Ciecultura (UFSCar), Ciência e Educação (UNESP), Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS), Química Nova na Escola (SBQ), Actascientiae (ULBRA). Como critério de seleção dos artigos, assumimos dois pontos fundamentais: declaração dos autores de que o tema pesquisado por eles era constituído de natureza controvertida (ainda que fossem utilizados sinônimos); correlacionamento explícito entre o tema pesquisado e o ensino de Ciências em qualquer nível.

Decidimos utilizar uma busca de acesso a cada periódico por vez, pois concluímos, por meio de uma exploração inicial, que não há consolidação da terminologia “tema controverso” ou “problema sócio-científicos” como palavras-chaves imperativas. Registramos termos como “temas sócio-políticos”, “temas contemporâneos”, “opiniões sobre tema polêmico”, “problemas sócio-técnicos”, entre outros.

Dos dezenove artigos publicados entre janeiro de 2005 e julho de 2010, dez deles possuem natureza empírica: (ALVES, S. B. F.; CALDEIRA, A. M. A., 2005), (REIS, P.; GALVÃO, C., 2005), (PIERSON, A *et al*, 2005), (BAROLLI, E.; FARIAS, R.O; LEVI, E., 2006), (FREITAS, D. *et al*, 2006), (ZUIN, V. G.; FREITAS, D., 2007), (NAVAS, A. M. *et al*, 2007), (PEDRANCINI, V. D. *et al*; 2008), (SILVA, L. F. ; CARVALHO, L. M; 2009), (SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F., 2009). Os nove artigos restantes são teóricos ou ensaios sobre a inserção de controvérsias no ensino de Ciências: (OLIVEIRA, V. L. B.; REZLER, M. A.; 2006), (NASCIMENTO, T. G; ALVETTI, M. A. S; 2006), (VIEIRA, K. R. C. F; BAZZO, W. A., 2007), (SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M., 2007), (GONZAGA, V. *et*

³ Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação

al, 2007), (RAMOS, M. B; SILVA, H. C; 2007), (CARDOSO, A. A; 2008), (TAKAHASHI, J. A. *et al.* 2008), (RIBEIRO *et al.*, 2010).

Dentre os dez trabalhos empíricos, seis abordam temas controversos no nível superior em graduação e pós-graduação, enquanto três investigam esses temas na educação básica. Apenas um trabalho aborda controvérsias nos espaços de museus. Destas três investigações (do nível básico), duas delas se dão em temáticas relacionadas ao ensino de Biologia. O menor número de pesquisas em temáticas da Física (aparece em um dos artigos teóricos), e da Química (em conjunto com a Biologia em um dos trabalhos sobre transgênicos), talvez possa ser explicado pelos sentidos da palavra “controvérsia” que parecem estar mais fortemente associados às questões éticas e aos dilemas relacionados à vida.

Na totalidade dos artigos pesquisados, a abordagem é qualitativa, embora alguns trabalhos (ALVES, S.B.F.; CALDEIRA, A.M.A., 2005), (PEDRANCINI, V.D. *et al.*, 2008) e (TAKAHASHI, J.A. *et al.*, 2008) utilizem uma quantificação percentual para fundamentar a análise e em sua maioria adotem uma perspectiva teórico-interpretativa.

A motivação social dos trabalhos, em geral, se situa em significados comuns: promover a educação para a cidadania, favorecer uma abordagem CTS, reformular a formação de professores ou ensinar aspectos da natureza da ciência.

Em relação aos tipos de questões formuladas, Yin (2005) em sua obra intitulada *Estudo de caso, planejamento e métodos*, diferencia problemas de investigação como explanatórios, mais associados à relação de causa-efeito (Como, Por que); exploratórias, associadas à exploração e “mapeamento” de determinado fenômeno (O que, Quais, Quantos); e descritivas.

Observamos que a maioria das pesquisas recentes no Brasil possui cunho exploratório, sendo que a estratégia de investigação escolhida é diversificada: três estudos de caso, três experimentos e quatro levantamentos. Como exemplo, Alves e Caldeira (2005) propõem uma sequência didática dentro da qual os alunos são convidados a pensarem em aspectos positivos e negativos das aplicações da engenharia genética antes e após a sequência, momento em que são convidados a reavaliarem suas posições. O *levantamento*, estratégia na qual não há controle de variáveis, pode ser exemplificada por Pedrancini *et al* (2008), quando investigam as opiniões de uma amostra de alunos sobre transgênicos através de um questionário aberto. Por fim, encontramos *estudos de caso*, como o de Reis e Galvão (2005). Nesta pesquisa, os autores entrevistaram e acompanharam um ciclo de aulas de três

professores com o intuito de relacionar as concepções sobre educação científica, em especial controvérsias na educação, às trajetórias de vida, escolhas pessoais e à prática pedagógica.

Podemos perceber, a partir da formulação das questões em seu conteúdo e forma, e da predominância de levantamentos exploratórios, um reflexo da recente produção de pesquisas sobre temas controversos no nosso país. Um “tatear” desse universo permite-nos constatar uma produção centrada em “o que (s)” e “quais”, diferentemente da produção norte-americana e europeia cuja formulação de pesquisas explanatórias parece ser mais frequentes (KOST, 2006; SADLER & FOWLER, 2006; KOLST *et al*, 2006). Como exemplos das questões brasileiras, citamos: de que modo as controvérsias são tratadas nos museus? Quais os possíveis reflexos do discurso ambientalista na prática pedagógica? Quais as opiniões de alunos do ensino médio sobre a manipulação genética?, etc.

Quanto à problematização do que seria “controvérsia”, dentre os artigos pesquisados, apenas três se propõem a tal investida. Silva e Carvalho (2007) afirmam que “mesmo dentro de uma determinada comunidade científica são produzidos diferentes discursos sobre a problemática ambiental” (p.1). Em seguida, os autores discorrem sobre as ambiguidades do que eles chamam de “discurso ambientalista”. Ramos e Silva (2007) percorrem as diferentes definições de controvérsia e seus contrastes dentro da sociologia do conhecimento científico e tecnológico. Elucidam a mesma diferenciação proposta por nós, a partir do trabalho de Narasimhan (2001), para fatores epistêmicos ou não epistêmicos integrantes dos problemas sócio-científicos. Gonzaga *et al* (2007) apontam que parte significativa da divulgação científica não leva em conta a complexidade do desenvolvimento externo e interno da ciência, enfatizando que o ensino de ciências não pode se furtar de considerar a Ciência e a Tecnologia enquanto fenômenos sociais (p.1).

Os demais dezesseis trabalhos analisados tratam dos temas controversos a partir de definição consensual, tomada como não problemática. Sete artigos, embora investiguem temas controversos no ensino de ciências em alguma de suas dimensões, não se ocupam em definir o que seja a natureza dos mesmos. Os demais nove trabalhos, embora resguardem diferenças, definem temas controversos como problemas que ultrapassam os limites do conhecimento científico e técnico, implicando necessariamente em dimensões social, política, econômica e ética em sua resolução. Barolli *et al* (2006) afirmam que tais problemas devem “incomodar” o educando, conflitando seus valores (p.4). Freitas *et al* (2006) associam tais questões a problemas morais no domínio da ciência, definindo-as em função de sua utilidade: construção de uma imagem mais humana e real do empreendimento científico, reformulação

de opiniões e crenças dos educandos (p.3). Vieira e Bazzo (2007) pontuam a não restrição a cientistas e tecnólogos da competência de julgar decisões de natureza controversa, mas a necessidade de que “saibamos [nos] posicionar frente às mesmas” (p.2).

Embora não seja explicitado nos discursos dos textos, podemos inferir pelas definições elaboradas, que as controvérsias são mais frequentemente associadas a fatores não epistêmicos, predominantemente morais e éticos, na “ponte” entre a produção científica e a aplicação social. Como evidência desta afirmação, dos dezenove trabalhos pesquisados, apenas quatro investigam embates no interior da Ciência: causas da Aids, causas do aquecimento global, e rupturas da física contemporânea.(VIEIRA, K. R. C. F; BAZZO, W. A., 2007), (GONZAGA, V. *et al*, 2007), (RIBEIRO *et al*, 2010). Acreditamos que, de forma não coincidente, talvez pelo exigente grau de elaboração de conteúdos sobre a natureza da ciência, todos os três trabalhos citados são teóricos. Os outros dezesseis investigam o que denominamos didaticamente de fatores não epistêmicos. Como por exemplo, os limites da aplicação da engenharia genética e da reprodução humana assistida, o consumo/benefícios/malefícios dos transgênicos, aspectos positivos e negativos da transposição do rio São Francisco, dilemas na construção de uma barragem em Alqueva (Portugal), a utilização de energia nuclear na matriz energética brasileira e a contaminação de lençóis freáticos na Califórnia (EUA).

Voltando-nos especificamente para a produção internacional, apesar da recorrente discussão nos últimos 20 anos sobre a importância de inserir problemas sócio-científicos controversos no currículo escolar, há objeções quanto a real viabilidade de fazê-lo. Estudos como o desenvolvido por Sadler e Fowler (2006) têm se debruçado sobre a questão da transferência, isto é, se o aluno transfere ou não conceitos científicos para sua argumentação ou posicionamento frente a um tema polêmico. Outros, como Sadler e Donnelly (2006) e Simonneaux (2001), se preocuparam em investigar o juízo de valor presente em tais decisões. Outros, como no estudo realizado por KOLST (2006), propõem-se compreender as interações entre valores e conhecimentos na estruturação dos argumentos presentes em uma decisão.

Quanto à análise de interações discursivas, percebemos, em diversos trabalhos dizeres e termos que privilegiam a discursividade como importante constituinte da ciência e do seu ensino em várias dimensões. Freitas *et al* (2006), por exemplo, reconhecem que a atividade científica é definida como uma atividade discursiva por natureza. Barolli *et al*, e Pedrancini *et al* dialogam com o sócio-constructivismo de Vigotski; os primeiros, ao afirmarem que “assunto controverso é por natureza uma abordagem social” o que seria compatível com

as elaborações do autor russo acerca do processo de aprendizagem. Os segundos, ao buscarem explicações na formação de conceitos segundo o autor russo para a não correspondência entre a abundância de informações sobre transgênicos e a inadequação do conhecimento básico expresso por alunos secundaristas. Silva e Carvalho (2007) reconhecem que há vários discursos circulantes no interior da Ciência, tem como objetivo central analisar o “discurso” ambientalista em seus “dissensos, controvérsias, posicionamentos e perspectivas diferentes”. Por fim, Ramos e Silva (2007) falam da necessidade dos discursos escolares trabalharem o sentido e significado da Ciência. Dentro de uma síntese dos resultados de se ensinar através de controvérsias científicas, este autor aponta a aproximação dos educandos de outras formações discursivas, o que lhes favorece a construção de seus próprios discursos.

Apesar das citações à dimensão discursiva e do reconhecimento por parte dos autores Ramos e Silva (2007), de que “trata-se de uma perspectiva de pesquisa promissora e ainda pouco desenvolvida, a que considera questões de discurso e linguagem na relação com a perspectiva CTSA”, apenas em um dos artigos foram realizadas análises de interações discursivas. Santos e Mortimer (2009) consideram que uma perspectiva de educação humanística implica um processo dialógico, em que as diferentes vozes dos alunos possam ser contempladas. Para os autores, centrar-se nas interações discursivas é um desdobramento deste pressuposto. Apenas nesse artigo abordam-se aspectos de intencionalidade, vozes em diálogo, produção de sentidos, tomando os enunciados de maneira intimamente ligada às condições de enunciação. Os demais estudos que se utilizam transcrição de turnos, focalizam os dizeres separados dos sujeitos que os pronunciaram, optando pela orientação metodológica da análise de conteúdo, seja pela contagem em frequências percentuais, como as opiniões dos alunos sobre a engenharia genética no artigo de Alves e Caldeira (2005), seja por categorização de argumentos, tal qual àqueles expressos por alunos pós-graduandos sobre o problema sócio-científico da instalação da hidrelétrica em Alqueva no artigo de Freitas (2006).

Uma vez explicitada nossa concepção sobre problemas sócio-científicos controversos e seu papel na “nova ordem epistemológica”, é preciso perguntar: por que motivo escolher aproximar-se de tais controvérsias privilegiando as análises das enunciações dos sujeitos envolvidos? Em que acrescentará aos resultados das pesquisas e ao conhecimento da comunidade educacional, “olharmos” processos de interações discursivas?

Torna-se central e inovador no universo de investigações dos temas controversos realizar uma análise não apenas dos propósitos de ensino ou de produtos de aprendizagem, mas dos processos de interação dos sujeitos entre si e entre os autores.

Estudar alguma coisa historicamente significa estudá-la no processo de mudança: esse é o requisito básico do método dialético. Numa pesquisa, abranger o processo de desenvolvimento de uma determinada coisa, em todas suas fases e mudanças – do nascimento à morte –, significa, fundamentalmente, descobrir sua natureza, sua essência, uma vez que ‘é somente em movimento que um corpo mostra o que é’ (Vigotski, 2007, p.68).

Nisto consiste a contribuição de nossa abordagem mediante tal objeto de investigação: olhar temas controversos “em movimento” pode nos garantir uma melhor aproximação das contradições que constituem o encontro das subculturas: a cotidiana, a escolar *científica moderna*, a *científica contemporânea*, incerta, socialmente construída e polifônica, no papel de “contracultura”.

Diferentemente da maioria dos referidos estudos citados anteriormente, este trabalho pretende focar os processos de elaboração coletiva do conhecimento e o encontro de vozes presentes em alguns dos vários discursos que perpassam as controvérsias sobre a ocorrência e as causas do aquecimento global. Julgamos importante aprofundar os mecanismos internos de constituição dos sujeitos não para fins de compreendê-los por si mesmos, mas frente às exigências de uma contemporaneidade que já não admite um currículo científico *cartesiano* e *empirista*, e que aponta para a necessidade da formação de um sujeito que lide com as incertezas e as reconheça como inerentes a todas as formas de construção do conhecimento e desenvolvimento humanos.

4 - PRINCIPAIS OBJETIVOS PROPOSTOS

4.1 – Objetivos Gerais

- Compreender os modos pelos quais os estudantes participam de discussões que envolvem um tema controverso, identificando os sentidos que emergem das interações oportunizadas pelos textos, pela professora e pelos colegas;
- Compreender o processo de constituição dos discursos dos sujeitos em torno de seus posicionamentos pessoais frente à controvérsia apresentada.

4.2 - Objetivos Específicos

- Identificar as ideias que os estudantes apresentam inicialmente sobre efeito estufa e aquecimento global, bem como as relações que estes estabelecem entre esses dois fenômenos;
- Identificar “vozes alheias”, “vozes próprias alheias” e “vozes próprias”, manifestadas pelos sujeitos durante as interações aluno-aluno, aluno-texto, aluno-professora que vão sendo estabelecidas no decurso das aulas;
- Flagrar nos discursos dos estudantes possíveis movimentos de deslocamentos de posições, de mudanças de discursos, de convergência e divergência de sentidos.
- Compreender em que medida as intencionalidades dos textos em debate, da professora e dos próprios alunos se interpenetram, cooperam ou se conflitam; enfim, aproximações e distanciamentos ensaiados pelos estudantes em relação aos propósitos educativos;

- Encontrar indícios sobre o posicionamento dos estudantes, seja em atos fundamentados no “mundo teórico”, seja em atitudes responsiva e responsavelmente vivenciadas;

5. PRESSUPOSTOS ASSUMIDOS PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA: DE QUE LUGAR NÓS FALAMOS E QUE VOZES EVOCAMOS?

5.1 - Aquecimento global: um problema sóciocientífico controverso

O propósito desta pesquisa, a nosso ver, possui também relevância social ao trabalhar com o suposto fenômeno do aquecimento global, propondo-se discutir as controvérsias em torno dos métodos e hipóteses que circundam suas possíveis causas. Sabemos que é crescente o apelo e significado assumidos pela questão ambiental nos últimos anos, reforçados em 2007 pela divulgação do 4º relatório do Painel Intergovernamental para Mudança Climática (IPCC)⁴, intitulado MUDANÇA CLIMÁTICA 2007. Tal repercussão foi amplificada nos meses seguintes pela televisão, cinema, literatura e música, algumas vezes de forma ambígua e duvidosa, sugerindo atitudes chamadas por alguns de alarmistas, catastrofistas ou até mesmo oportunistas. Esta realidade demanda da escola pautar a discussão formal das controvérsias em torno ao fenômeno, fomentando nos estudantes a capacidade de avaliar argumentos e se posicionar enquanto participantes dos debates contemporâneos.

Conhecemos três formas fundamentais de alterar o balanço energético da Terra, de modo a repercutir na alteração da sua temperatura média, e conseqüentemente em outros parâmetros do clima: (1) variar a energia solar incidente por alterações no Sol ou na órbita da Terra; (2) variar a fração da radiação refletida (albedo) por mudanças na cobertura das nuvens, na concentração de aerossóis atmosféricos ou na coloração da cobertura dos solos, etc; (3) variar a radiação infravermelha retida pela atmosfera terrestre pela variação de sua concentração de gases-estufa.

Ao contrário do que supõe boa parte da exposição do tema *aquecimento global* na mídia, na qual a terceira forma é apresentada, na maioria das vezes, de forma hegemônica, o entendimento que se tem dele dentro da própria arena da comunidade científica é polissêmico⁵

⁴ A sigla IPCC em inglês significa *Intergovernmental Panel on Climate Change*. O órgão foi criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para fornecer informações científicas, técnicas e sócioeconômicas relevantes para o entendimento das mudanças climáticas.

⁵ Por polissêmico entendemos a multiplicidade sentidos atribuídos ao aquecimento global pelos diversos atores sociais.

e polifônico⁶. Bem diferente da divulgação realizada pelos meios de comunicação, os próprios cientistas relatores do IPCC ponderam influências complexas e consideram as incertezas. Sônia Barros de Oliveira, professora do Instituto de Geociências da USP, convergente às conclusões do IPCC exemplifica:

Há inúmeras indicações de que esse aumento seja devido às atividades humanas, principalmente aquelas que envolvem a queima do petróleo e do carvão, emitindo gases conhecidos como de efeito estufa. No entanto, o sistema climático é muito complexo, podendo haver outras causas para as variações de temperaturas observadas, de modo que a relação direta de causa e efeito entre o aumento do teor dos gases de efeito estufa na atmosfera no século XX e o aumento da temperatura nesse mesmo período continuam sendo objeto de debate entre os cientistas. (OLIVEIRA, 2008, p.17)

A causa principal do aquecimento global, apontada pelos relatórios do IPCC, refere-se à intensificação do efeito estufa. Este fenômeno natural, essencial para manutenção do balanço energético terrestre em uma temperatura razoável para o desenvolvimento da vida na Terra, tal como a conhecemos, compreende a interação da radiação infravermelha (calor) com moléculas dos componentes atmosféricos, em especial gases. Esses gases, por sua vez, também passam a irradiar, espalhando calor em várias direções, inclusive em direção à superfície, que se mantém mais quente do que seria na ausência da atmosfera. Grande parte do efeito estufa natural se deve à presença da água na atmosfera. Outros gases-estufa são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), os clorofluorcarbonetos (CFCs) e os hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs). O aumento do teor desses gases na atmosfera em decorrência de atividades humanas, segundo hipótese defendida pelo IPCC, estaria causando uma exacerbação do efeito estufa e, conseqüentemente, o aquecimento do planeta.

Os relatórios do IPCC alegam que a Terra encontra-se em ciclo de acentuado e crescente aquecimento, sendo este causado predominantemente pela atividade antrópica, especialmente o aumento da emissão de gás carbônico (CO₂) proveniente do uso de combustíveis fósseis, da prática recorrente de queimadas e da decomposição de matéria orgânica, principalmente em áreas alagadas. Esse gás, ao contrário do vapor da água e do gás metano, não possui a maior eficiência em absorção de calor, mas se caracteriza por manter-se por muito tempo na atmosfera após sua emissão.

⁶ Por polifônico entendemos a presença na sociedade de várias vozes sobre o fenômeno aquecimento global, atribuindo causas, conseqüências diversificadas e diferentes graus de certeza.

Apesar de todas as flutuações na temperatura da superfície da Terra, Oliveira (2008) argumenta que seja possível falar de uma *temperatura média do planeta*, sendo esta surpreendentemente estável. É esse valor que está registrado no gráfico 1, a seguir, que compõe o conjunto de evidências da ocorrência do aquecimento global, tal como apresentado pelo Painel da ONU.

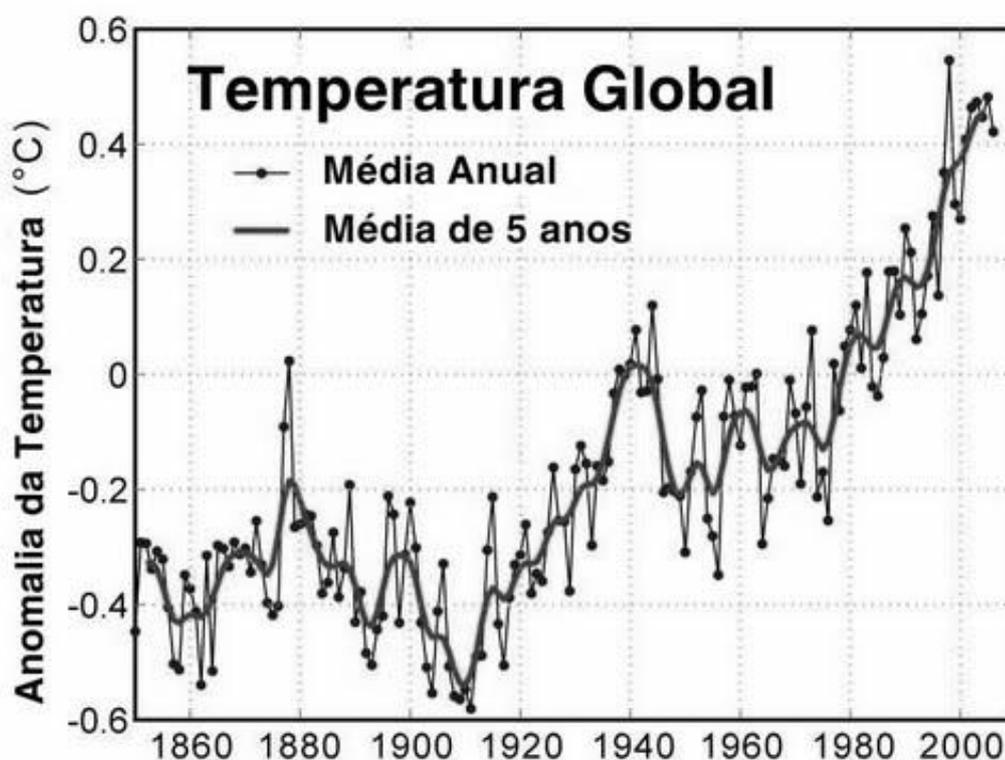


GRÁFICO 1 – TEMPERATURA MÉDIA GLOBAL DE 1850 À 2000.

Fonte: <https://sites.google.com/site/greenprojectcom/Pgina-inicial/mudancas-climaticas-naturais>.
Acesso em 17/09/2010.

De acordo com esse gráfico a temperatura média da Terra nos últimos 150 anos se manteve relativamente estável em torno de 14° C, com variações menores que 1° C entre o valor máximo e o mínimo, em todo esse período. Apesar desses pequenos módulos decimais, há um relativo consenso entre climatologistas que tais variações repercutem em proporções diversificadas e não lineares nos diferentes continentes. Eles enfatizam as imensas quantidades de energia envolvidas em tais variações, mais intensas nas altas latitudes, gerando derretimento de geleiras e calotas polares, aumento do nível dos oceanos, o que, por sua vez, influenciaria o clima.

O Gráfico 1 apresenta dois períodos de acentuado aumento de temperatura global: o primeiro, entre 1910 e 1940 e o segundo, a partir de 1970. Mesmo climatologistas pró-IPCC admitem que o aquecimento do período 1910-1940 não pode ser atribuído às emissões de gás carbônico, por que estas não apresentaram elevação acentuada nesse período. Eles alegam que os fatores naturais poderiam ter influenciado como, por exemplo, o aumento da atividade solar ou o reduzido vulcanismo. O ligeiro resfriamento entre 1940 e 1970 é explicado, segundo Oliveira (2008), pela presença resfriante de aerossóis de enxofre na atmosfera, que teria superado a contribuição dos gases-estufa pró-aquecimento. A autora afirma que após os anos 70, medidas de antipoluição adotadas nos países industrializados teriam diminuído este fator pró-resfriamento dos aerossóis, possibilitando a emergência da influência estufa dos gases, e conseqüentemente, o aumento da temperatura média global.

O relatório do IPCC, apesar de enfatizar a terceira forma (efeito estufa) como predominante, inclui dentre os fatores que influenciam o clima as duas primeiras: a variação da radiação incidente e a variação da refletividade da radiação, como podemos observar a seguir:

- (a) Os ciclos de Milankovitch prescrevem a alteração dos parâmetros orbitais da Terra em periodicidades específicas: a mudança da excentricidade da órbita de translação terrestre em ciclos de 105 mil anos, a mudança do eixo de inclinação da rotação terrestre em relação ao plano orbital em ciclos de 41 mil anos, e a precessão terrestre (movimento semelhante a de um peão diminuindo sua energia cinética) em ciclos de 21 mil anos. Segundo Oliveira (2008), a teoria de Milankovitch teria tido sucesso em explicar as glaciações dos últimos 650.000 anos, mas seria inadequada para explicar as alterações climáticas ao longo dos últimos 100 anos, posto que os parâmetros orbitais são praticamente constantes neste intervalo de tempo.
- (b) A cada onze anos, o Sol aumenta o número de manchas em sua superfície, o que provoca maior insolação, especialmente na faixa do ultravioleta. Essa radiação induz a uma maior formação de ozônio na estratosfera e, conseqüentemente, o aquecimento desta camada.
- (c) A Terra reflete 30 % da radiação que recebe, seja pelas nuvens ou aerossóis da atmosfera, seja pelas superfícies da crosta. Esta composição é complexa, pois nas

nuvens de baixas altitudes, apesar do H₂O constituinte (ação estufa), predomina a refletividade, contribuindo para o resfriamento do planeta. O mesmo não pode ser dito sobre nuvens de altitudes maiores, como as cirros, em que prevalece a atuação como absorvedores de radiação infravermelha.

(d) Aerossóis são partículas em estado líquido ou sólido, de origem natural ou antropogênica que, em geral, contribuem para o resfriamento do planeta. Poeira proveniente do solo, partículas de sal marinho, partículas emitidas por erupções vulcânicas, etc. refletem mais que absorvem a radiação solar. Outro efeito indireto dos aerossóis, é que eles servem de núcleos para a condensação de nuvens, que dependendo da altitude, podem amenizar o aquecimento global, conforme dito anteriormente;

(e) Há também mecanismos de retroalimentação positiva e negativa, isto é, que reforçam o aquecimento global ou abrandam o mesmo. Por exemplo, se o clima esfria, cai a quantidade de vapor d'água na atmosfera por condensação, e o efeito estufa deste componente diminui, o que provoca maior resfriamento ainda. Outro mecanismo que interfere no aquecimento global é o albedo devido à neve. Quanto maior a superfície coberta por neve, maior será a refletividade dos raios. Contudo, se a temperatura do planeta aumenta, mais neve derrete, o que significa por sua vez em redução da reflexão da radiação incidente na Terra. Logo, a temperatura aumenta ainda mais.

(f) Observações feitas desde 1961 têm mostrado que a temperatura dos oceanos tem crescido em profundidades de até 3000 m e que os oceanos têm absorvido mais que 80% do calor acrescido ao sistema climático. Tal aquecimento permite o aumento da água do mar, contribuindo para o aumento do nível dos oceanos. Os oceanos são grandes armazenadores de CO₂, mas à medida que eles se aquecem, cai a solubilidade do CO₂ na água. Isso faz com que os oceanos liberem mais CO₂ à atmosfera. A maior concentração de CO₂ atmosférico amplifica o aquecimento original.

A composição dos diferentes fatores acima está sintetizada na figura 1, tal qual apresentada no 4º relatório do IPCC em 2007. Nele, os climatologistas denominam forçantes radioativas⁷ os fatores que alteram o balanço energético terrestre. Os componentes são simulados em modelos computacionais.

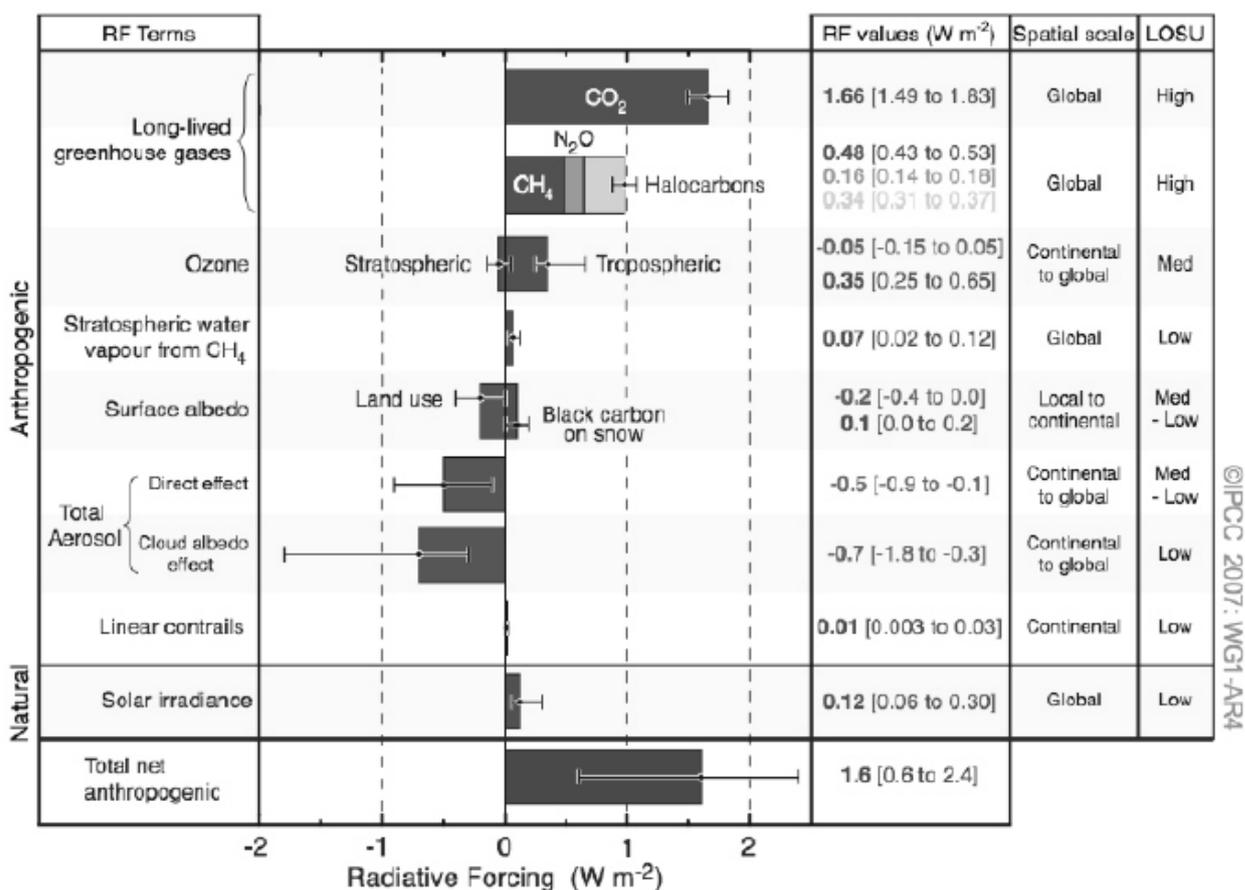


FIGURA 1 – FORÇANTES RADIOATIVAS

Fonte: <http://www.ecolatina.com.br/pdf/IPCC-COMPLETO.pdf>. Acesso em 17/09/2010.

As pesquisas do IPCC, visando corroborar suas predições, utilizam-se da prospecção de dados de longos períodos de tempos por meio da paleoclimatologia⁸. As

⁷ A forçante radioativa mede a influência que um fator tem para alterar o equilíbrio da energia que entra e sai do sistema atmosférico terrestre e também é um medidor da importância deste fator como um potencial mecanismo na mudança climática. A forçante radioativa positiva tende a aquecer a superfície enquanto que a forçante radioativa negativa tende a esfriá-la. Neste relatório, os valores das forçantes são de 2005 relativas às condições pré-industriais definidas em 1750 e são expressas em watts por metro quadrado (W / m^2).

⁸ É uma disciplina que estuda as variações climáticas ao longo da história da Terra através de vestígios naturais. As observações meteorológicas com a ajuda de instrumentos, tal como as conhecemos hoje em dia, datam de apenas há 100 ou 200 anos, dependendo do lugar. Porém, é um período muito curto relativamente às alterações sofridas pelo clima ao longo dos tempos, pois, trata-se de um período de milhares ou até milhões de anos.

inferências de temperaturas médias foram obtidas por métodos como a correlação entre a largura dos anéis formados na secção transversal em determinadas espécies de árvores e o nível de precipitação anual. Para a inferência da concentração de gás carbônico em longas datas, utilizam-se as características biofísicas dos corais, uma vez que a formação destes depende da redução ou incremento da quantidade deste gás que se encontra dissolvido na água. Também foi realizada a perfuração de blocos de gelo na Antártida e inferência da composição atmosférica pelo teor de gases nas bolhas de ar. Dados referentes a este último método é demonstrado a seguir:

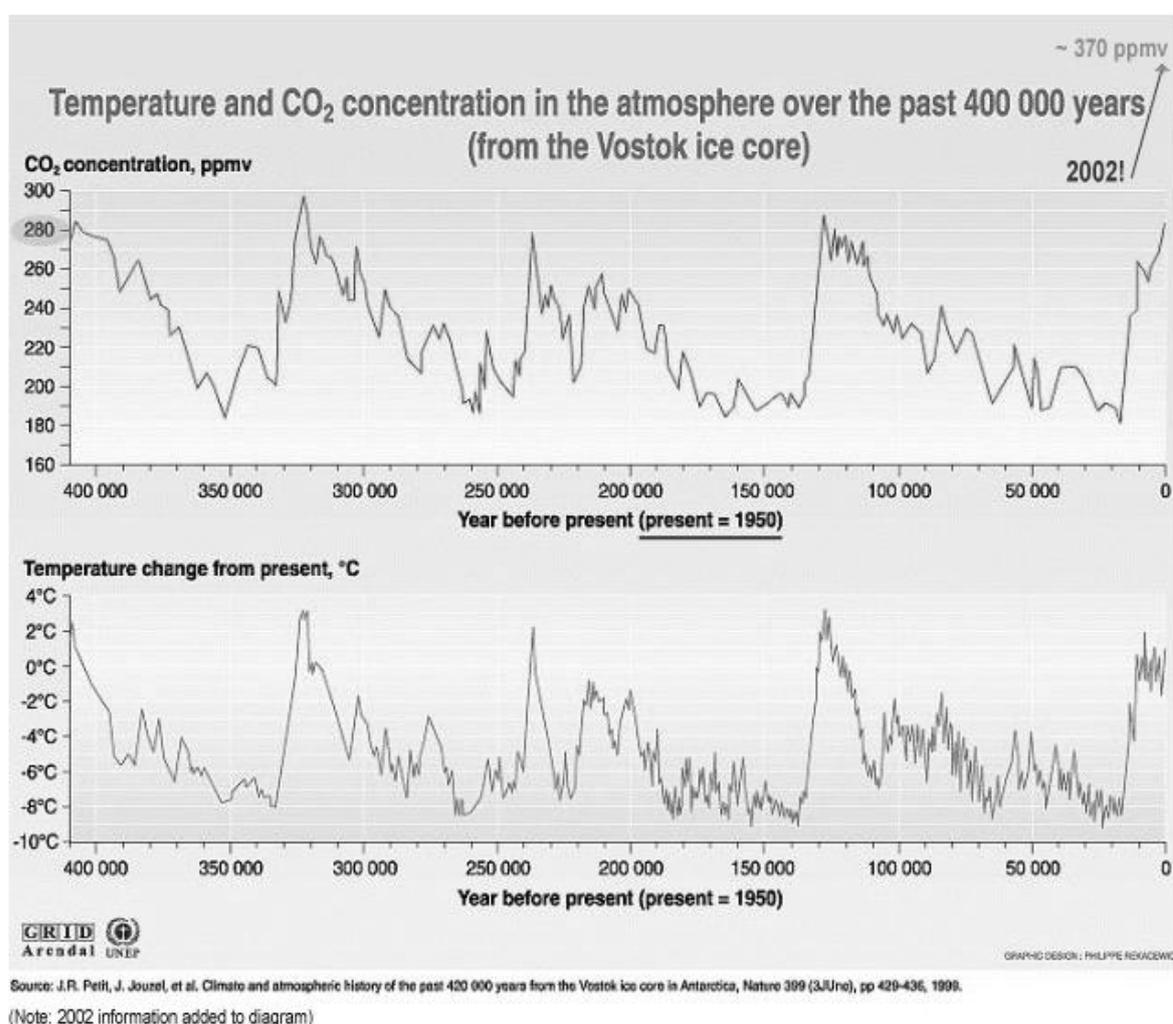


GRÁFICO 2 – VARIAÇÕES RELATIVAS DE TEMPERATURA NOS ÚLTIMOS 400.000 ANOS EM COMPARAÇÃO COM A VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CO₂ NO MESMO PERÍODO.

Fonte: <http://www.climalteranti.it/2010/06/06/temperatura-e-co2-nel-passato>. Acesso em 17/09/2010.

O gráfico 2, apresentado acima, mostra períodos glaciais de aproximadamente 80.000 anos, intervalados por períodos interglaciais de aproximadamente 20.000 anos. Estaríamos vivendo um período interglacial iniciado à 12.000 anos. Segundo a leitura oficial do Painel Internacional, os teores de gases estufa, especialmente o CO₂ nunca haviam atingido patamar tão alto como o atual: 380 ppmv contra um máximo de 300 ppmv ao longo dos 650.000 anos de medição. Segundo Oliveira (2008),

embora o crescimento/redução das concentrações de gases ocorrerem com certo atraso em relação ao aumento/diminuição da temperatura, o que torna inconclusivo uma ligação causa-efeito entre teor dos gases e flutuações glaciais e interglaciais, é possível afirmar que o aquecimento inicial causado por fatores orbitais é intensificado à medida que aumenta a concentração de efeito estufa (retroalimentação positiva) (p.39)

De outro lado, podemos agrupar um amplo espectro de cientistas, que são denominados céticos, porque não acreditam que o planeta esteja verdadeiramente em uma era de aquecimento global, ou por que o admitindo, não acreditam que esteja relacionado à ação antropogênica, considerando que há uma superestimação empírica ou inadequação das interpretações teóricas nas projeções realizadas pelo IPCC. Sabe-se que dos 2500 integrantes do IPCC, participantes das pesquisas que antecederam o relatório de 2007, 500 não assinaram o relatório final por desacordo sobre os métodos empregados na coleta de dados ou na interpretação teórica.

Há cientistas como Willian F. Ruddiman, que endossam a influência antrópica do aquecimento, mas são provocadores ao proporem interpretações de que as tecnologias envolvidas na agricultura nascida há aproximadamente 11.000 anos, teriam não só iniciado precocemente o processo de aquecimento, como seriam responsáveis por um aumento mais significativo na temperatura média global ao incrementarem a atmosfera com a emissão de metano e gás carbônico nas plantações em áreas alagadas. Segundo Ruddiman (2007, p. 67), os efeitos combinados das anomalias na concentração de gases devido às práticas agrícolas geraram um aumento médio de 0,8 °C antes do início da revolução industrial, que é superior aos 0,6°C medidos no último século.

Luiz Carlos B. Molion, em seu artigo *Aquecimento global: uma visão crítica* reconhece o aquecimento apresentado pelo IPCC pós década de 70, os mecanismos do balanço energético terrestre e a físico-química dos gases estufa como plausíveis e até

consensuais. Entretanto, propõe uma interpretação diferente daquela apresentada por Oliveira (2008) referente aos gráficos e figuras presentes no último relatório do Painel Internacional. Ele afirma que, o aumento da temperatura antes da 2ª guerra mundial, expresso pelo gráfico 1, foi em proporção, igual ou maior que o aumento ocorrido pós 1970 e que não foi apresentada uma explicação antrópica plausível. Molion (2008) endossa a leitura de outros cientistas, de que entre 1910 e 1940, a conjugação da alta atividade solar com a baixa atividade vulcânica no planeta teria provocado altas na temperatura média terrestre. E vai além: afirma que o aquecimento dos oceanos diminui a solubilidade de CO₂, o que, conseqüentemente, geraria maior concentração atmosférica deste gás. Isso levaria a uma relação lógica inversa: a concentração de gás carbônico teria aumentado devido ao aumento da temperatura, e não o contrário, como defende o IPCC.

A partir das leituras realizadas por diversos cientistas em 43 estações climatológicas, entre 1812 e 2004, Molion defende a tese de que é controversa a afirmação que durante os últimos 650.000 anos, a concentração de CO₂ em outros períodos não tivesse ultrapassado 300 ppmv, chegando ao seu máximo em 2005 com 380 ppmv. O autor questiona o porquê de uma extrapolação dos dados medidos na base de Mauna Loa no Havaí, enquanto diversas outras medições apontam que o teor de CO₂ já teria atingido o máximo de 2005 no triênio 1940-1942. Segundo o autor, esta hipótese ganha força em um cenário de questionamento dos métodos de coleta e seleção de dados climatológicos realizados pelo IPCC. Segundo o autor, esta hipótese ganha força em um cenário de questionamento dos métodos de coleta e seleção de dados climatológicos realizados pelo IPCC, apresentamos a seguir:

- (a) O Painel utiliza leituras de estações terrestres que diferem em até 100 % da estimativa do aumento anual da temperatura média se comparadas às leituras feitas por satélites, teoricamente mais adequadas por captarem áreas maiores que contêm porções terrestres e oceânicas;
- (b) A série de 150 anos apresentada no gráfico 1 coincide com a época em que os termômetros começaram a ser instalados mundialmente, e com o final da *Pequena Era Glacial*, em que as temperaturas eram muito mais baixas que as atuais, o que hiper-valorizaria a variação da temperatura média;

- (d) As séries mais longas de medições estão localizadas em cidades do Velho Mundo, cujo conhecido efeito das “ilhas de calor”, especialmente no período pós-Segunda Guerra, necessitaram de uma correção por meio de modelos matemáticos durante a composição do Gráfico 1. Tal adaptação seria questionável, levando alguns a acreditarem em um “aquecimento local” e não global;
- (c) A retirada de cilindros de gelo na Antártida, principal método de apoio paleoclimatológico utilizado pelo IPCC, é questionada por diversos cientistas. Eles afirmam que o procedimento que fundamentou a elaboração do Gráfico 2 sobre a temperatura média e a concentração de gases nos últimos 650.000 anos não é fidedigno, pois provavelmente ocorreram alterações da composição isotópica das bolhas, processos de difusão e reações químicas, levando-se em conta as altas pressões e a variação de temperatura entre as estações climáticas. Isto subestimaria as concentrações de CO₂ nos picos interglaciais. Mesmo se considerarmos tais concentrações como próximas da realidade, os ciclos precisam ser explicados por outras causas que não a concentração de gases estufa.
- (d) Na Figura 1 apresentada anteriormente, a alta incerteza quanto à contribuição do albedo das nuvens enquanto forçante negativa evidenciaria uma dificuldade de parametrização desse fator por sua complexidade, o que pode ter levado a subestimá-lo.

Mariana Moura (2007) apresenta outros cientistas com posicionamentos mais destoantes, como por exemplo, o português Rui Moura. Ele afirma que os mecanismos de autoregulação do planeta em relação ao clima tornam desprezíveis as contribuições antrópicas. Em decorrência disso, as médias mais quentes fazem parte do ciclo natural que antecederia uma era de resfriamento global. Outra visão abordada no artigo é a do climatologista francês Marcel Leroux, membro da Organização Mundial de Meteorologia (OMM), para o qual os anticiclones móveis polares (AMP), imensas massas de ar frio em direção aos trópicos, é que estariam provocando furacões e tormentas mais intensas nas regiões próximas do Equador. Bjorn Lomborg, em seu livro *O ambientalista cético*, pontua que há uma supervalorização dos resultados das simulações computacionais realizadas pelo IPCC, lembrando que computadores são trituradores de números, não bolas de cristal, isto é,

os resultados dependem inteiramente dos parâmetros e algoritmos com os quais os computadores são alimentados.

A discussão apresentada nesta seção não pretende fechar sentidos ou argumentar em favor de uma ou outra hipótese. Escolhemos tencionar a discussão apresentando os argumentos contrários à tese do aquecimento global, exatamente por serem estes menos conhecidos e veiculados pela mídia. De acordo com nossos dados, as ideias iniciais dos estudantes afirmavam o aquecimento global como uma realidade posta.

5.2 - Referenciais teórico-metodológicos: o sujeito dialógico e a responsabilidade do ato

Antes de analisarmos a sequência de aulas sobre o tema Aquecimento Global, consideramos importante discorrer sobre os sujeitos participantes da pesquisa e da proposta didática que a originou: estudantes, professora e o pesquisador. Quem são eles? Como se constituem mediante ao objeto de estudo e mediante uns aos outros?

Para isso explicitaremos nossas concepções sobre sujeito, discurso e suas implicações na forma de conceber a construção de sentidos.

Julgamos relevantes as contribuições dos russos L. S. Vigotski e M.M. Bakhtin para uma compreensão mais profunda da constituição do ser humano como sujeito dialógico. O primeiro, a partir da perspectiva histórico-cultural, vislumbra um ser humano histórico e culturalmente constituído pelo “caldo” de signos compartilhados pelos grupos sociais ao seu redor. Esta apropriação se dá pela linguagem e na linguagem, movimento dialético realizado entre as falas “exteriores” e a cognição do sujeito, que vai se transformando pelo mecanismo da internalização. Vigostki (2007) explica que essa internalização ocorre por meio da reconstrução da atividade psicológica em operação com signos, o que na opinião do autor, constituiria a base da psicologia humana, em oposição à cognição animal. Ele rechaça a tese de que a criança teria “mapas pré-programados” para seu desenvolvimento cognitivo. Nas palavras do próprio Vigotski (2008),

A natureza do próprio desenvolvimento se transforma, do biológico para o sócio-histórico. O pensamento verbal não é uma forma de comportamento natural e inato, mas é determinado por um processo histórico-cultural e tem propriedades e leis específicas que não podem ser encontradas nas formas naturais de pensamento e fala (p.63)

Somos sujeitos que necessitam de mediações do outro, de um símbolo ou da linguagem. Desenvolvemos nossas funções psicológicas da dialética entre o natural e o social. Vigotski (2007) explica, ainda, que:

Podem-se distinguir, dentro de um processo geral de desenvolvimento, duas linhas qualitativamente diferentes de desenvolvimento, diferindo quanto a sua origem: de um lado, os processos elementares, que são de origem biológica; de outro, as funções psicológicas superiores, de origem sócio-cultural. A história do comportamento da criança nasce do entrelaçamento destas duas linhas (p.42).

Na teoria de Vigotski, o papel do outro em nossa constituição torna-se central. A ênfase não está no binômio sujeito-objeto, como observamos em várias teorias epistemológicas e psicológicas, mas no binômio sujeito-sujeito. O autor afirma que todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos, surgindo primeiro no nível social (interpsicológico), para depois se internalizar ao nível individual (intrapsicológico).

Bakhtin (2003), assim como Vigotski, aborda o sujeito e sua constituição pela linguagem. Para ele, as “palavras alheias” ou “palavras do outro”, pela interpretação e reacentuação, tornam-se “minhas - alheias” até se tornarem propriamente minhas. Este encontro com o outro constitui, para o autor, a base da formação de qualquer sujeito que, a partir da dialogia, vai se fazendo humano. Em suas palavras:

Em certo sentido, essa experiência pode ser caracterizada como processo de *assimilação* – mais ou menos criador – das palavras *do outro* (e não das palavras da língua). Nosso discurso, isto é, todos os nossos enunciados (inclusive as obras criadas) é pleno de palavras dos outros, de um grau vário de alteridade ou de assimilabilidade, de um grau vário de aperceptibilidade e de relevância. Essas palavras dos outros trazem consigo a sua expressão, o seu tom valorativo que assimilamos, reelaboramos e reacentuamos (p.295).

Diante da importância da palavra do outro, a compreensão, para Bakhtin (2003), é sempre ativa e criadora (p.378). Ainda que estejamos diante de um “falante” escrito, sem a possibilidade de resposta verbalizada, toda e qualquer compreensão é respondente, já se reelabora, se posiciona enquanto o outro se enuncia. Deste modo, é impossível compreender sem fazer juízo, sem avaliação. A compreensão completa o texto: ela é ativa e cria de forma poderosa e profunda, em muitos aspectos é inconsciente e polissêmica. Assim multiplica a riqueza dos sujeitos e da humanidade como um todo (Bakhtin, 2003, p.328, 378). O significado das palavras, na análise de Vigotski (2008), se altera e evolui a partir das

múltiplas interações, do que decorre também a modificação da relação entre o pensamento e a palavra.

O “outro” não é apenas um fornecedor de “material linguístico”, do qual me apropriio. O outro, mais profundamente, constitui um referencial de minha identificação no mundo. É por meio de sua percepção e julgamento valorativo que recebo “acabamento” e inteireza como ser humano.

Pode-se dizer que o homem tem uma necessidade estética absoluta do outro, do seu ativismo que vê, lembra-se, reúne e unifica, que é o único capaz de criar para ele uma personalidade externamente acabada; tal personalidade não existe se o outro não a cria; a memória estética é produtiva, cria pela primeira vez o homem *exterior* em um novo plano da existência (BAKHTIN, 2003, p.33)

Ao propor sua Teoria da Enunciação, Bakhtin assume a existência de uma relação íntima entre as interações orais e escritas e as condições que circundam aquele que enuncia. A linguagem, tal como em Vigotski, é constitutiva, e é precisamente no discurso e pelo discurso que moldamos o mundo e a nossa própria consciência. A *enunciação* seria a unidade de análise em que aquilo que é dito não se dissocia do modo como as coisas são ditas ou enunciadas. Segundo o autor, não se pode analisar as enunciações apenas na perspectiva de quem as produz, mas também na perspectiva do interlocutor. Por isso, optamos por analisar o sujeito a partir de seus enunciados pois, conforme afirma Bakhtin (2003), todo enunciado, seja oral ou escrito, independente do campo de comunicação discursiva – é individual, e por isso reflete a individualidade de quem fala (p.265).

Outro aspecto importante do enunciado é a sua historicidade. O falante não é um ‘Adão mítico’ que dá nomes às coisas pela primeira vez (Bakhtin, 2003, p. 300). Não há enunciado isolado, sem predecessor ou sucessor. O falante ou escritor é sempre um respondente por natureza, e cada enunciado está endereçado a alguém, possui emissor e destinatário. Ou, como o próprio Bakhtin expressou várias vezes, “Todo enunciado é um elo na cadeia da comunicação discursiva” (p.272; 289; 371). Por isso, a compreensão dos enunciados é, nas palavras do autor, de *índole inevitavelmente dialógica* (p.332).

Atrelado a tal cadeia de enunciados é que subsiste uma cadeia de sentidos. Para Bakhtin (2003), sentidos são respostas a perguntas, e o que não responde a nada, não tem sentido para nós. Vivemos um ciclo de perguntas e respostas, onde toda resposta gera necessariamente uma nova pergunta. Se assim não o for, o discurso torna-se impessoal e

acaba se enquadrando no conhecimento sistêmico. Para ele, o significado de uma palavra possui um caráter “abstraido do diálogo”, pois palavra no léxico da língua não é de ninguém. Entretanto, todo significado tem uma “potência de sentido” (p.381). Vigotski (2008), quando pontua sobre as peculiaridades da fala interior, conjectura sobre significados e sentidos.

(...) o sentido de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência. É um todo complexo, fluido e dinâmico, que tem várias zonas de estabilidade desigual. O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa. Uma palavra adquire seu sentido no contexto em que surge; em contextos diferentes, altera seu sentido. O significado permanece estável ao longo de todas suas alterações de sentidos. O significado dicionarizado de uma palavra nada mais é do que uma pedra no edifício do sentido, não passa de uma potencialidade que se realiza de formas diversas na fala.(p.181)

Especialmente no que tange o dever moral, Bakhtin nos convida a pensar a existência de uma ética não prescrita anteriormente por normas ou códigos, uma ética que não pode ser universal, dada *a priori*, pois se erradica na unicidade do sujeito dentro do Ser Evento. Para o autor, vivemos um não-álibi da existência, onde não assumir meu singular lugar no tecido da existência deixa um espaço impossível de ser preenchido pelo outro, como bem definiu BOCHAROV (1993):

O ser humano não tem direito a um álibi — a uma evasão dessa responsabilidade única que é constituída pela sua atualização de seu “lugar” único, irrepetível no Ser; ele não tem direito a uma evasão desse único “ato ou ação responsável” que toda a sua vida constitui. (p.16)

Por isso, cada ato ou pensamento do sujeito deve ser assumido responsável e responsivamente. Nas palavras de Bakhtin (1993)

Um ato ou ação responsável é precisamente aquele ato realizado sob a base de um reconhecimento da minha obrigatória (dever-ser) unicidade. É essa afirmação do meu não-álibi no Ser que constitui a base da minha vida sendo tanto real e necessariamente dada como também sendo real e necessariamente projetada como algo-ainda-por-ser-alcançado. É apenas o meu não-álibi no Ser que transforma uma possibilidade vazia em um ato ou ação responsável e real (através de uma referência emocional-volitiva a mim mesmo como aquele que é ativo) (p.44).

A unicidade é fragmentada dentro do que Bakhtin chama de “mundo da cultura”, onde o conteúdo-sentido e o ato ou pensamento em si estão cindidos, conduzindo-me a um

juízo teoricamente válido que o eu não se faz presente. Como consequência, “o significado de um Ser para o qual o meu lugar único no Ser foi reconhecido como não essencial não será jamais capaz de me conferir sentido” (BAKHTIN, 1993, p.17) Desta forma, isentamo-nos da responsabilidade de participar do Ser evento único, descobrindo-nos determinados e acabados dentro de um Ser teórico superdimensionado, quando na verdade é apenas parte do primeiro.

Qualquer espécie de orientação prática da minha vida é impossível no interior do mundo teórico: é impossível viver nele, impossível realizar ações responsáveis. Nesse mundo eu sou desnecessário; eu sou essencialmente e fundamentalmente não-existente nele. (p.10)

Na visão de Santos (2002, p.81), “a ciência moderna consagrou o homem como sujeito epistêmico, mas expulsou-o enquanto sujeito empírico”. Ou nas palavras do historiador Alexander Koyré (1968) citado por Prigogine (2009):

Ainda há algo que Newton – e não apenas ele, mas a ciência moderna em geral – podem ser culpabilizados: a divisão do nosso mundo em dois. Eu afirmei que a ciência moderna quebrou as barreiras que separavam o céu da terra, uniu e unificou o universo. E isso é verdade. Mas, fez isso com a substituição do nosso mundo de qualidade e percepção, o mundo no qual vivemos, amamos, morremos, por outro mundo, o da quantidade, da geometria reificada, um mundo no qual há um lugar para cada coisa e nenhum lugar para o homem. Por isso, o mundo da ciência – o mundo real – ficou alienado e completamente divorciado do mundo da vida, e a ciência tem sido incapaz de explicar ou de livrar-se dele chamando-o de ‘subjeto’. É verdade que esses mundos encontram-se hoje – e cada vez mais – conectados pela prática. Para a teoria, porém, eles são separados por um abismo. Dois mundos: isso significa duas verdades. Ou nenhuma verdade. Essa é a tragédia do mundo moderno, que ‘solucionou o enigma do universo’, mas colocou outro enigma em seu lugar: o enigma de si mesmo (p.23).

A superação desta cisão vem pela retomada do que Bakhtin (1993) chama de pensamento participativo ou consciência participativa, como uma atividade não-indiferente, engajada e compromissada com o Ser evento único, dentro do qual a razão teórica é apenas uma parte. Para Bakhtin, a resolução dos binômios que põem à prova o sujeito contemporâneo se dá na responsabilidade do ato:

O ato responsável ou ação, sozinho, supera toda hipótese — porque ele é, afinal, a atualização de uma decisão — inescapável, irremediável e irrevogavelmente. O ato realizado responsabilmente é um resultado ou soma final, uma consumada conclusão definitiva. O ato realizado concentra,

correlaciona e resolve dentro de um contexto unitário e único, e, desta vez, contexto final, tanto o sentido como o fato, o universal e o individual, o real e o ideal, porque tudo entra na composição de sua motivação responsável. O ato realizado constitui uma passagem, de uma vez por todas, do interior da possibilidade como tal, para o que o que ocorre uma única vez. (p.30)

Outra categoria importante em Bakhtin é a verdade. Ao discorrer sobre ela, o autor diferencia *istina*, a verdade do mundo teórico, ou a verdade que tem validade em si, tal como o belo, o bom, o bonito, da noção de *pravda*, que representa aquilo que é verdadeiro *para mim* quando atualizado e assumido como responsabilidade do sujeito. *Istina* é apenas uma possibilidade a ser atualizada em um ato cuja minha participação única é reconhecida. O mundo do conteúdo-sentido que *istina* reside é infinito e auto-suficiente: por isso sou inútil a ele, e meus atos e ações são fortuitos de seu ponto de vista. Assim, Bakhtin (1993) argumenta:

Em sua responsabilidade, o ato coloca diante de si sua própria verdade [pravda] como algo-a-ser-alcançado — uma verdade que une os momentos subjetivo e psicológico, exatamente como une o momento do que é universal (válido universalmente) e o momento do que é individual (real). Essa verdade [pravda] unitária e única do ato responsabilmente realizado é postulada como algo-a-ser-alcançado enquanto verdade [pravda] sintética. (p.30)

Ele ainda critica a concepção de que a verdade (pravda) só pode ser a verdade (istina) composta de momentos universais, isto é, daquilo que se repete e manifesta-se constante. Nesta visão, tende-se a associar o que é universal e idêntico como fundamental e essencial, enquanto que a verdade (pravda) seria artística e irresponsável, como se ela isolasse a individualidade dada. Entretanto, somente a verdade (pravda) de um dado momento, expressa pelo tom volitivo-emocional do sujeito, caracteriza a minha responsabilidade: última, unitária e única unidade. “Qualquer valor universalmente válido só se torna realmente válido em um contexto individual” (BAKHTIN, 1993, p.37)

O algo-a-ser-alcançado na expressão de Bakhtin poderia ser expresso como a busca da verdade em Chauí (2000). Para a filósofa, o verdadeiro é o que confere sentido ao mundo, às coisas e aos seres humanos. A ideia de que estamos em processo, em formulação e, isso nos faz constituídos de ausências, de um não-saber que é positivo e constitutivo do sujeito porque nos movimenta:

Ignorar é não saber coisa alguma. Tão profunda ela pode ser que não sabemos que sabemos, não sabemos que ignoramos. A incerteza é diferente da ignorância por que, na incerteza, descobrimos que somos ignorantes, que

nossas crenças e opiniões parecem não dar conta da realidade. (...) Na incerteza não sabemos o que pensar, o que dizer ou o que fazer em certas situações ou diante de certas coisas, pessoas, fatos (Chauí, 2000, p.111).

Essa concepção vai ao encontro do valor da dúvida em Bakhtin, sem entrar em contradição com a verdade (*pravda*) única e unitária. Ao contrário, se torna essencial a ela. Se assim não fosse, o Ser seria algo determinado, acabado e petrificado. A dúvida é o agente efetivo da minha unicidade e irrepetibilidade, isto é, da minha condição de único no mundo em meio a uma multidão de mundos pessoais unicamente válidos: em seu entroncamento é que se produz o evento unitário.

Bakhtin(2003) sintetiza que o sujeito se define na concretude, integridade, responsividade, inesgotabilidade, inconclusibilidade e abertura (p.374). Vivemos um contínuo “em sendo”, onde não há ponto de estagnação absoluta em nossa constituição e em nossos sentidos. Estamos sempre nos refazendo enquanto seres humanos na cadeia de comunicação histórica. Nas palavras do autor:

Não existe a primeira nem a última palavra, e não há limites para o contexto dialógico. Nem os sentidos do passado, isto é, nascidos no diálogo dos séculos passados, podem jamais ser estáveis (concluídos, acabados de uma vez por todas): eles sempre irão mudar (renovando-se) no processo de desenvolvimento subsequente, futuro do diálogo. Em qualquer momento do desenvolvimento do diálogo existem massas imensas e ilimitadas de sentidos esquecidos, mas em determinados momentos do sucessivo desenvolvimento do diálogo, em curso, tais sentidos serão lembrados e reviverão em forma renovada (em novo contexto), Não existe nada absolutamente morto: cada sentido terá a sua festa de renovação. Questão do grande tempo (p.410).

6 – DADOS EMPÍRICOS E INTERPRETAÇÃO DAS INTERAÇÕES ENTRE OS SUJEITOS

6.1 – Considerações Metodológicas

O presente estudo, de cunho qualitativo, investiga uma turma de 35 alunos do 1º ano do ensino médio, de uma escola pública federal em Belo Horizonte. A professora, parceira na condução das atividades, é efetiva e leciona a disciplina de Química. Suas aulas constituem-se já há muitos anos como espaço privilegiado para pesquisa e estágios de observação e docência, pela abertura e disponibilidade em dialogar com os pesquisadores, fato que minimiza possíveis constrangimentos aos participantes e, ao mesmo tempo, enriquece os estudos com novos achados e interpretações.

Os alunos estiveram organizados em 6 grupos, como já é de praxe na gestão da classe proposta pela professora. Como a maior parte das atividades previstas exigiu discussão e argumentação entre pares, assim se mantiveram a maior parte do tempo. Apesar de práticas discursivas serem frequentes no planejamento da professora, esta foi a primeira vez que um tema controverso integrou seu planejamento de forma efetiva, não como apenas uma referência fortuita em uma aula, mas como matriz de uma sequência didática para o desenvolvimento dos conceitos químicos.

A coleta de dados foi planejada de acordo com as normas do Comitê de Ética para a pesquisa da UFMG (CoEP) e realizada a partir de material escrito, gravação em áudio das interações vivenciadas em um dos grupos, selecionado aleatoriamente, além de filmagens com foco nas interações entre a professora e a turma, nos momentos em que a aula se desenvolve desse modo. Adotamos nomes fictícios para resguardar a identidade dos estudantes, da professora e da escola.

A análise dos episódios foi construída em conjunto com a professora através de imagem, áudio e registros escritos. Para analisar os dados, consideramos o conteúdo da fala dos sujeitos, isto é o que dizem, o modo como dizem e as circunstâncias em que ocorrem suas enunciações analisadas a partir de episódios de fala. Fizemos referência aos enunciados como turnos de fala, ou simplesmente turnos. Eles foram numerados sequencialmente, de acordo com seu surgimento na cadeia da comunicação discursiva. Perseguimos pistas, indícios de

que os sujeitos consideraram as vozes alheias no processo de elaboração de sua própria voz, seja confrontando, concordando ou negando a perspectiva enunciativa do outro. Aproximamo-nos dos modos como os sujeitos se posicionaram, vivenciaram seus juízos teóricos, responsabilidades e responsabilidades às controvérsias envolvidas na problemática do aquecimento global. Enfim, procuramos flagrar o modo pelo qual os estudantes participaram das discussões, o movimento dos dizeres na interação entre os sujeitos, o processo de construção de sentidos.

Após a transcrição das aulas, os dados foram lidos e relidos individualmente e em seções com a participação das duas orientadoras. Os sentidos vários que foram evocados em cada um de nós foram explicitados, problematizados e comparados com a literatura. A partir daí nossas atenções se concentraram no movimento de apropriação das vozes, na dialogia como constitutiva do sujeito e na ética dos atos responsáveis. Para fundamentar nosso diálogo com estes pontos, recorreremos basicamente ao estudo da Filosofia do ato ético e da Estética da criação verbal.

Decidimos por tematizar nesse estudo três episódios devido ao constrangimento do tempo disponível para sua realização e conclusão, bem como pela representatividade dos mesmos para nos auxiliar na compreensão de como os alunos reagem e experimentam a discussão de temas controversos no espaço formal de uma disciplina científica em sala de aula. A nomeação de cada episódio foi resultado da apreensão de um sentido mais amplo que perpassa um conjunto de enunciações, além de ter aberto caminho para novas compreensões que até então não haviam surgido. Assim, o movimento mesmo de analisar e recortar é que dá autoridade e fundamentação para o que se “lê” nos episódios.

6.2 - Análise dos Episódios

Cada um dos três episódios que se desenrolam ao longo de duas aulas de 100 minutos constituiu uma unidade de análise, aos quais intitulamos: *O que sabemos e o que queremos saber!*; *O que diz e quem diz: vozes em circulação*; e *Você fala automático sem você perceber!*

Episódio 1 - O que sabemos e o que queremos saber!

Os estudantes, dispostos em pequenos grupos, discutiram e registraram “O que sabemos / O que queremos saber” sobre os fenômenos *efeito estufa* e *aquecimento global*. Aproximadamente 24 minutos depois, a professora convidou os grupos para voltarem-se à plenária e fazerem uma síntese juntos, que foi registrada no quadro da sala. Após o término da atividade, cada grupo entregou um registro escrito à professora.

Os seis grupos apresentaram o efeito estufa como sendo natural, e três desses associaram diretamente a intensificação desse efeito com o fenômeno do aquecimento global. Naquele momento nenhum estudante mostrou dúvida de que esteja mesmo ocorrendo um aquecimento global. Todos os grupos expressaram que o agravamento do efeito estufa é responsável pelo aquecimento do planeta. Disseram que

efeito estufa é o fenômeno natural que dificulta a saída dos raios e isso mantém o planeta aquecido; que esse fenômeno antes natural tem sido agravado pela emissão de poluentes como o gás carbônico; que o efeito estufa é uma camada de gases acumulados na atmosfera que retém o calor e que; é essencial, mas o problema é a intensificação das emissões desses gases.

As questões que apresentaram o que gostariam de saber sobre o efeito estufa foram diversificadas, tais como:

Quais são os gases-estufa além do CO₂? Sempre existiu o efeito estufa?
Quais as consequências a médio e longo prazo? Quais as iniciativas que podem ser tomadas? Por que o acúmulo de CO₂ impede a saída de raios?
Quais são as verdadeiras causas do efeito estufa?

Após coletar essas ideias, a professora provocou a turma com um *Acho que não vou precisar dar aula não! Ninguém quer saber como que a química ajuda a explicar estes dois fenômenos?* Como que em uma anamnese, os alunos começaram a fazer referências ao modelo cinético molecular, conteúdo estudado imediatamente antes da proposição da presente sequência didática. Citaram que as partículas da atmosfera, de alguma forma interagiriam com *os raios* ou *o calor*.

O momento posterior à circulação das ideias acima, cuja focalização da discussão passou do efeito estufa ao fenômeno do aquecimento global, merece ser transcrito, pois já evoca, conforme fala da professora, possíveis controvérsias, foco maior de nossa atenção.

1. Prof: Então vamos passar para a segunda parte, onde a gente vai trabalhar um pouco sobre as explicações do efeito estufa e aquecimento global. Este assunto está na mídia direto e a gente vai trabalhar um pouco em cima das controvérsias que existem... Por que de fato, talvez haja mais controvérsia que consensos!
2. Cláudia (G1)- Na parte 2 (da apostila) perguntou o que que é mito e o que que é verdade!?
3. Prof: Vamos ver então sobre o aquecimento global...O que vocês sabem e o que gostariam de saber?
4. Cláudia (G1): A gente sabe que é um agravamento do efeito estufa e isso dificulta mais ainda a saída dos raios solares. Queremos saber: Quando começou? Quais são suas conseqüências? O que é mito e o que é verdade? O aquecimento global vai causar o fim do mundo?
5. Prof: E o grupo 2?
6. Jonas (G2): É uma conseqüência do efeito estufa, uma vez que grande parte desses raios fica preso na superfície terrestre, aumentando assim a incidência de calor.
7. Nara (G3): Aquecimento global é a conseqüência do aumento do efeito estufa associado a um conjunto de fatores que o intensifica. A gente gostaria de saber qual é a melhor solução do ponto de vista econômico, social e ambiental?
8. Vilma (G4): O Aquecimento global é o aumento da temperatura terrestre devido à maior entrada de raios solares, e quando há aumento do efeito estufa estes raios refletidos não conseguem sair da atmosfera terrestre, assim elevando a temperatura do planeta. A gente quer saber se é reversível?
9. Beth (G5): O aquecimento global é a união do efeito estufa e a destruição da camada de ozônio, fazendo com que muitos raios solares entrem na Terra e não consigam sair. Isso causa aumento da temperatura de Terra. A pergunta é: Por que os gases são capazes de destruir a camada de ozônio?
10. Júnia (G6): A gente sabe que o aquecimento global causa derretimento das geleiras, aumento da temperatura do planeta, aumento do nível do mar, ele pode causar furacões e tsunamis e também aumento da incidência de algumas doenças. Existem também alguns tratados que prometem a diminuição de gases poluentes. A gente quer saber quais medidas precisamos tomar em nosso cotidiano para amenizar o aquecimento global?
11. Prof: Eu acho que o que vocês tão querendo saber vocês vão saber até o final deste pedaço(...) Inclusive uma explicação que junta física com química, por que não é só uma que vai nos ajudar.

A professora, já no turno 1, deliberadamente direciona o olhar dos alunos para a existência das controvérsias. Ela demarca sua intencionalidade ao correlacionar mídia e possíveis dissensos. É importante ressaltar que é ela quem inaugura a discussão sobre consensos/controvérsias, até então inexistentes nas falas dos grupos sobre o efeito estufa durante o momento inicial. Ela acaba por evocar na estudante Cláudia, pertencente ao grupo 1, uma reação de destacar o binômio mito/verdade, lido “por acaso” no passo seguinte à atividade em discussão. No entanto, dentro dos relatos dos grupos, o aquecimento global surge como aproblemático, como um fenômeno que parece ser claramente descrito e conhecido no meio científico. Eles construíram discursos de certezas pautadas em afirmações categóricas, tal qual frequentemente é expresso dentro da subcultura científica escolar.

Em geral os grupos dão indícios de conceber o aquecimento global como consequência da intensificação do efeito estufa. Assim, podemos dizer que revelaram não ter consciência da natureza controversa estabelecida em torno desta relação de causa e consequência. Talvez isso possa estar relacionado à divulgação maciça de informações sobre o último relatório emitido pelo IPCC em 2007, tão ressonantes nos meses anteriores a junho de 2008, início desta sequência didática.

De forma especial, apenas o grupo 1 faz menção à existência de mito/verdade. Não é possível inferir se o desejo deles se refere a desvendar o binômio em relação às causas ou às consequências. Quando questionam se *o aquecimento global vai causar o fim do mundo*, podemos levantar a hipótese de que os estudantes talvez estejam mais próximos do “espírito de catastrofismo”, compartilhado socialmente pós-relatório do IPCC, do que propriamente de uma curiosidade epistemológica.

As falas dos grupos 3 e 4 não apresentam rigor em relação aos modelos científicos convencionais: *entra mais radiação na atmosfera e por isso esquenta mais*, ou *entra o mesmo tanto de radiação na atmosfera e esquenta mais por ela ficar mais presa?* Na visão desses grupos, que conjunto de fatores intensifica o aquecimento global? Ambos assumem como um fato o aquecimento global, perguntando-se, portanto, o que precisaria ser feito mediante tal quadro.

A correlação, não aceita cientificamente, entre efeito estufa/aquecimento global e camada de ozônio surge apenas nas idéias apresentadas pelo grupo 5. É importante ressaltar que, apesar de ser uma associação conceitual inadequada, este é o único grupo que formulou uma questão sobre o aquecimento global de natureza epistemológica, enquanto os demais circularam em torno das dimensões sociais e atitudinais.

O grupo 6, ao dizer o que sabia, atribui peso de verdade às consequências do aquecimento global e esboça a tentativa de compartilhamento da mesma: *A gente sabe que o aquecimento global causa derretimento das geleiras, aumento da temperatura do planeta, aumento do nível do mar, ele pode causar furacões e tsunamis e também aumento da incidência de algumas doenças (turno 10)*. A expressão “pode causar” esboçaria algum elemento de dúvida, uso seria apenas retórico ou um conhecimento prévio?

Os sentidos construídos por todos os seis grupos em torno da compreensão do aquecimento global poderiam ser resumidos na enunciação de um dos estudantes ao dizer: *o que fazer para amenizá-lo*, já que é um fato, uma verdade? Mesmo a professora tendo, no primeiro turno, afirmado a existência de controvérsias, eles não expressam reação por que

parecem estar acostumados à ideia de verdade, de sermos pouco críticos à mídia, pouco reflexivos sobre o que ouvimos. Crenças não são demolidas facilmente ao encontrar um discurso diferente, pois os filtros de nossa ideologia distorcem o dito e o recoloca no lugar do que queremos e esperamos ouvir. Cabe perguntar a partir de onde tais questões são formuladas, se do “mundo da vida” e, por isso, são responsivamente construídas na discussão no interior do grupo, ou se constituem perguntas comprometidas com o “mundo teórico”, cujas subjetividades são censuradas, interditadas pela sua própria natureza. Seriam apenas questões formuladas a partir das vozes alheias circulantes em sociedade sem de fato apresentarem um peso de responsabilidade? Pois tal como citamos acima, se assim o for, torna-se impossível realizar ações responsáveis, uma vez que os estudantes tornam-se desnecessários a tal mundo, essencial e fundamentalmente não-existent nele. Não é possível afirmar categoricamente se os pronomes interrogativos *quais, quando, por que* estruturam *postupoks*, ou seja, ações individualmente responsáveis na fala de Bakhtin (1993, p.3). Somente o decorrer das interações poderá dar-nos entrever pistas da constituição dos sujeitos e de suas compreensões em processo.

Episódio 2 - O que diz e quem diz: vozes em circulação...

Na aula seguinte à síntese registrada no quadro da sala de aula sobre o que sabiam e o que gostariam de saber sobre efeito estufa e aquecimento global, a professora deu nova orientação para um trabalho individual, seguido de partilha em grupo. Foi solicitado aos alunos a pesquisa de reportagens sobre o tema. Entretanto, a professora decidiu selecionar textos, entregando para cada grupo dois artigos: um alinhado à posição do IPCC, defensor de que as causas do fenômeno são predominantemente antropogênicas, e outro referente à opinião de um cientista que defende a predominância de causas naturais, ou questiona a própria existência contemporânea do aquecimento global. Esse cuidado foi justificado por ela como uma garantia de que as controvérsias circulariam, evitando uma possível reprodução unânime da corrente dominante na mídia nos recortes feitos exclusivamente pelos alunos. Em grupos, os alunos identificaram as principais ideias e argumentos apresentados pelos textos e se posicionaram frente a eles. O debate em assembléia sobre os diversos posicionamentos dos alunos e possíveis diálogos com os textos lidos estão transcritos e analisados no episódio a seguir.

1. Prof: Parece que todo mundo teve oportunidade de discutir e teve acesso a textos diferentes e posições diferentes. Grupo 1, gostaria que vocês compartilhassem com a gente....
2. Messias(G1): A gente observou, tipo assim, meu texto fala uma coisa e o do José tá contradizendo.
3. Prof: Por exemplo, em que aspecto?
4. Messias(G1): Sobre o filme “Verdade Inconveniente”, meu texto fala que tem uma sociedade que defende e acredita que isso tá acontecendo... Já o do José contradiz o meu ... E não dá muito certo, fica uma coisa, tipo assim, diferente. A gente precisa chegar num acordo o que que é verdade, o que que é mentira!
5. Cláudia (G1): Meu texto fala que o Aquecimento global é mentira.
6. Raquel(G1): O meu fala que é propaganda de rico...
7. Prof: Quem é que escreveu seu texto [texto lido por ela]? Isso é muito importante... Vamos começar a prestar atenção nisso. Quem foi que escreveu? Quem que ele é? Todo mundo dá uma olhada nisso... Onde ele foi publicado? É revista? É revista científica? Vamos começar a prestar atenção em quem fala, de onde a pessoa fala! O seu cientista é brasileiro? O que que ele é?
8. Raquel(G1) – Ele é pós-doutor em meteorologia, formado na Inglaterra e nos Estados Unidos. Presidente da Américas...
9. Prof:...ou seja ele não é uma pessoa qualquer, né!? Tá falando de um lugar que tem sentido... Sentido assim, tem sentido ele falar sobre isso!
10. Raquel (G1): Ele estudou pra falar! (gesticula com uma das mãos).
11. Prof: Ele é um climatologista, não é qualquer um que dá dando palpite...é uma pessoa que trabalha nessa área...Mais alguém leu algo parecido com o da Raquel?
12. Carmem (G2) – O nosso...acho que é o mesmo texto...
13. Prof: Várias pessoas leram o mesmo texto. Vocês viram algo diferente do que a Raquel comentou?
14. Carmem (G2) – É isso mesmo...Só este texto que destoa. Todos os outros textos dentro do grupo estão falando do aquecimento global como verdade... O texto do João Lucas que põe esta questão de não ser verdade, de que a gente tá entrando numa era glacial. E a gente ficou meio...eu principalmente, fiquei muito chocada, por que sei lá ééé muito...
15. Prof: Você nunca tinha ouvido esta opinião?
16. Carmem (G2) – Não. É muito conspiracionista sabe?! Pode ser por parte do cientista que aborda isso, mas pode ser também os países desenvolvidos que estariam tentando frear o desenvolvimento dos países emergentes. Acho que a gente ficou meio assim sem saber como se posicionar, por não ter embasamento...
17. Prof: Mais elementos né?!
18. Prof: quer falar? Já que você ficou tão empolgada! Que ela tá ardorosa defensora das posições do Rui Moura...(risos da classe) Quem é o cientista que você leu?
19. Tatiane (G4) – Rui Moura é um português, climatologista, e ele defende que a Terra é uma máquina térmica e ela muda de temperatura constantemente, ela não se adapta a uma temperatura só, e que por isso não existe aquecimento global...é apenas uma conspiração dos países desenvolvidos para frear o desenvolvimento dos países emergentes...
20. Prof: Na verdade vocês leram o mesmo texto? (referindo-se ao G2). Não é?! Vocês (referindo-se aos alunos do G2) leram uma entrevista com o Rui Moura, enquanto ela (referindo-se à Tatiane) leu um texto mesmo do Rui Moura publicado numa revista...O Rui Moura é um climatologista que tem um blog na internet. Digita Rui Moura no Google. É bom que é em português...
21. Carmem(G2) São cientistas diferentes!
22. Prof: Ah, o de vocês é Luiz Carlos Molion... mas eles pensam coisas que vão mais ou menos (sinal de ponderação/paridade com as mãos).
23. Fátima (G3): o nome do blog é “Mitos climáticos”.
24. Prof: Você acessou?
25. Fátima (G3): Não tá no texto...acho que vou acessar hoje à tarde...
26. Prof: Você também leu Rui Moura?
27. Fátima (G3) – hahan...

28. Prof: O mesmo texto do grupo anterior? E você percebeu alguma coisa diferente que ela não comentou?
29. Fátima (G3): Não, é isso mesmo que ela falou... É que a Terra é mesmo uma máquina térmica e que é uma tentativa falha deixar todos os cantos dela com a mesma temperatura. Como ela não consegue, ela vai modificando, modificando, até quem sabe um dia ela vai deixar tudo igual (interrupção do turno pela chamada na porta).
30. Isadora (G3) Mas a gente também traz uma questão que é o texto da Fátima que fala que seria prepotência demais a gente achar que tudo que tá acontecendo agora é culpa nossa (aponta as duas mãos para si mesma); mas também é um individualismo a gente achar que tá tudo bem, que não há problema, que tá: tudo que a gente faz tá beleza! (gesticula). Assim, a coisa de tornar o aquecimento natural, de ser natural, de fazê-lo natural é tipo uma propaganda, sabe?! Muita gente tá usando o meio da política em tudo. As empresas colocam logo na embalagem: “reciclável”, e a gente trabalha com coisas naturais. E acaba sendo uma coisa...
31. Fátima (G3):Vira comércio!
32. Isadora (G3): É justamente! E.....
33. Prof: Nara, quer falar?
34. Nara (G3): Nadison Flesh. É autor, auditor e consultor ambiental. Ele fala aqui que a procura da verdade tá se confundindo com interesse político e a procura do conhecimento tá se reduzindo à busca pelo poder. Ele falou que muitos políticos falam que vão reduzir poluição pra conseguir...
35. Isadora (G3): Campanha.
36. Nara (G3): Campanha!
37. Fátima (G3): Apoio político.
38. Nara (G3): Apoio político! Tá virando mais um comércio que uma preocupação mundial.
39. Prof: Por isso a gente tem que ficar bem atento e começar a desenvolver a habilidade de perceber: quem tá falando, de onde que a pessoa fala. Nessa posição que ela fala, será que ela não teria algum interesse? Por que que ela fala daquilo que ela fala?
40. Fátima (G3): No início do texto, ele cita uma grande seca nos EUA e tudo mais...aí ele fala que antes das catástrofes começarem a aparecer, ninguém tava nem aí, sabe?! Ninguém tava preocupado muito com o clima e tudo mais. Aí quando começou afetar a política, o econômico, o bolso do pessoal, aí eles pensaram: a gente tem que proteger a Terra e tudo mais, porque senão agente vai acabar saindo do poder, vai perder dinheiro...
41. Prof: E catástrofe dá despesa?!
42. Fátima (G3): Dá!
43. Prof: Então tem esse lado, né?!

Nesta unidade de análise constituído por 43 turnos, as interações se estabelecem com foco na professora e alunos dos grupos, 1, 2, 3 e 4. No início do episódio (turnos 1 e 2) estabelece-se o contexto da conversa: vamos tratar de visões diferentes que foram apresentadas nos textos lidos pelos alunos.

O diálogo do grupo 1 com a professora começa com a deflagração da tomada de consciência sobre a existência de vozes diferentes na sociedade ao dizer do mesmo problema. É o que podemos ver na fala de Messias quando diz: *A gente observou, tipo assim, meu texto fala uma coisa e o do José tá contradizendo [...] meu texto fala que tem uma sociedade que defende e acredita que isso tá acontecendo... Já o do José contradiz o meu... E não dá muito certo, fica uma coisa, tipo assim, diferente. A gente precisa chegar num acordo o que que é*

verdade, o que que é mentira! (turnos 2 e 4). O sentido que se depreende do conjunto da enunciação do estudante, nos leva a crer que a existência de perspectivas discursivas diferentes lhe causa mais espanto do que receptividade: o *diferente não dá muito certo*, a diversidade de opiniões não é bem-vinda, ou até mesmo intolerável. O estudante organiza sua intervenção em torno da categoria verdade. Afinal, se é científico “tem que ser” verdade (turno 4): *A gente precisa chegar num acordo o que que é verdade, o que que é mentira!*. Messias é convidado a explicar sobre as ideias do Grupo 1, que ele representa, o qual repete por duas vezes a contradição das ideias lidas por ele em relação às ideias lidas por José, colega assentado ao seu lado. Por que Messias iniciou sua enunciação pelas contradições entre os textos, e não por ideias comuns entre ambos os textos? Por que usa expressões como *E não dá muito certo; A gente precisa chegar num acordo!?* Acreditamos que suas palavras revelam incômodo por estar ocupando um “não-lugar” no processo de compreensão. Flagra-se a prevalência da cultura da verdade, impressa no enunciado carregado de uma visão cartesiana de Ciência, onde a determinação da realidade única existe clara e indubitavelmente. *Um acordo do que que é verdade, o que que é mentira*: um acordo que revele a *istina*, verdade teórica e válida em si mesma. Na concepção de Messias, parece não ser possível haver verdades de outros diferentes, nem tão pouco *pravda*, o que seja verdadeiro para ele, pois seu processo de dialogicidade e compreensão do problema parecem estar em um estágio que ainda não o interpela a se posicionar.

Messias procura, com ajuda da professora, encontrar um “lugar seguro” de compreensão e de entendimento, “livre de tensões”, tão enculturado em nosso sistema escolar. O clamor por um “acordo” significa exatamente uma tentativa de por seus sentidos em relação com os dos outros. A necessidade do outro ou da alteridade é, nesse caso, o desejo de ver coincidir modos de pensar para se chegar à verdade. Alguém estaria mentindo deliberadamente? Alguém estaria errado porque desconhece cientificamente o fato? Poderia haver mais de uma versão, sendo todas elas científicas? Pode-se constatar o esforço dos estudantes para encontrarem a verdade, única e unívoca. Haveria um acordo a ser feito no *mundo teórico* de *istina*, uma vez que essa por idealização prescindiria de qualquer validação? Acordos não são feitos apenas no *mundo da vida* em busca de *pravda*, a verdade como algo-a-ser-alcançado? O acordo seria entre estudantes e professora a favor de uma determinada versão? Ou os cientistas deveriam primeiro entrar num acordo entre eles para depois esclarecerem corretamente os cidadãos? Como se faz acordo quando o que está em questão representa interesses divergentes e conflituosos? Como se constrói acordos quando os

problemas são complexos e podem ser abordados a partir de diferentes especialidades e recortes? Outros integrantes do grupo se manifestam de forma curta e definidora, como respondentes ao clamor de Messias, mas sem se posicionarem sobre a controvérsia: *Meu texto fala que o Aquecimento global é mentira; O meu fala que é propaganda de rico (turno 5 e 6).*

Uma evidência de que a controvérsia não é ressonante ao universo cultural dos estudantes, é a expressão de palavras alheias, não oferecendo pistas de assimilação nestes primeiros turnos. Até o turno analisado, é o texto que fala nas enunciações, não um autor, um outro em diálogo com o eu dos estudantes: (...) *meu texto fala uma coisa e o do José (turno 2); meu texto fala que é...; O meu fala que é (...)* (turnos 5 e 6). Diante de tantas perguntas que permeiam o debate de temas controversos, será que, ao longo da sequência didática, eles se tornarão conscientes de uma não-resolução intrínseca ao problema, associada intimamente à autoria de diferentes Outros? Ou será que eles produzirão um “acordo” entre as ideias circulantes para chegar a uma verdade e se posicionarem?

Entre os turnos 7 e 11, a professora chama a atenção dos alunos para a ideia de que os discursos tem uma autoria: *Quem é que escreveu seu texto? Isso é muito importante... Vamos começar a prestar atenção nisso.* Essa preocupação aponta uma aproximação da professora com a perspectiva bakhtiniana, que se demonstra respondente à necessidade expressa pelos *estudantes* de aprenderem a reconhecer que não há *palavra de ninguém*, “todo enunciado carrega o sujeito embutido nele” (Bakhtin, 2003, p.265).

Por outro lado, ela sinaliza que há lugares de autoridade para falar, a ideia de que nossa sociedade autoriza a opinião qualificada de alguns, bem como o valor da especialização dos saberes, cujo prestígio e autoridade dos discursos são dados por eles. Como por exemplo, a pergunta *O seu cientista é brasileiro? O que que ele é? (turno 7)*; respondida por Raquel: *Ele é pós-doutor em meteorologia, formado na Inglaterra e nos Estados Unidos. Presidente da Américas.* Qual o porquê dessa pergunta? A nacionalidade diz sobre o caráter, sobre a inteligência? Ou remete aos discursos hegemônicos de nações de prestígio científico e tecnológico? Pela especialidade (meteorologista) e pelos países de formação e exercício é possível concluir que ele sabe e tem a verdade? Na sequência, a professora se apropria da fala do aluno ao dizer que o autor é um meteorologista: *Tá falando de um lugar que tem sentido...Sentido assim, tem sentido ele falar sobre isso! Ele é um climatologista, não é qualquer um que tá dando palpite... é uma pessoa que trabalha nessa área.* É importante observar também que a professora usa a palavra “sentido” como sinônimo de lugar autorizado. A professora parece estar sendo respondente ao acordo clamado por Messias ao

propor uma apuração do grau de qualificação dos autores. Estaria ela assumindo a ideologia criticada por Bakhtin, que se propõe distinguir *istina* como fundamental por ser universal de *pravda* como irresponsável por ser individual? O lugar e a história da formação da professora que têm origem ao mesmo tempo na química e na filosofia da linguagem explicitam uma tensão que é constitutiva ao sujeito. Se por um lado a professora busca incorporar as várias vozes e sentidos conferidos pelos estudantes a partir dos diferentes autores trazidos para o debate, por outro, busca dar acabamento estético, no sentido bakhtiniano, ao debate acentuado pelo seu lugar de professora de química que clama pela autoridade científica. Uma intervenção que poderia acabar legitimando sentidos únicos, ou seja, aqueles autorizados pelos especialistas. Mas, cabe questionar como decidir sobre esse debate se todos os autores dos artigos que foram chamados a se posicionarem são especialistas e, no entanto, apresentam posições diametralmente opostas? Seriam uns mais especialistas que outros? O papel da escola reside em dar acabamento estético aos discursos? Fechar sentidos? Como lidar com essa tensão entre abertura e fechamento? Como a professora administra essa tensão? Por fim, no turno 11 a aluna Raquel é categórica: *Ele estudou pra falar!* Mas, quem fala diferente significa que não estudou ou não compreendeu bem o estudado?

O grupo 2 explicita suas ideias em interação com a professora entre os turnos 12 e 17. A aluna Carmem oscila entre o *nós* (a gente) e o *eu* quando fala do seu sentimento de surpresa. Isso deflagra uma elaboração em processo da coletividade e um cruzamento de discursos: a *minha* palavra *versus* a palavra *do grupo* acordada pelo exercício da argumentação. Esta última, na verdade, é formada pelas vozes dos vários integrantes e não é possível emití-la sem “reacentuá-la”, como em *É muito conspiracionista, sabe?! A* continuação do turno leva-nos a inferências importantes: *Pode ser por parte do cientista que aborda isso, mas pode ser também os países desenvolvidos que estariam tentando frear o desenvolvimento dos países emergentes.* Para além do que as interações discursivas do grupo 1 sugerem, não é só uma questão de possuir especialização, autoridade científica de quem diz, mas em que lugar está sendo dito. O fato de ser uma voz situada em países emergentes, portanto seria menos “científica” e mais alinhada a interesses políticos de determinados grupos? A fala de Carmem dá evidências de que possivelmente os cientistas sabem qual é a resposta verdadeira para o imbróglio, mas os interesses é que escamoteiam a verdade, não nos deixam conhecê-la como se fosse um movimento conspiratório.

Outro ponto importante é a consciência da escassez de evidências apresentada pela própria aluna: *a gente ficou meio assim sem saber como se posicionar, por não ter*

embasamento! Por qual embasamento se clama na visão de mundo do grupo ou da aluna: “embasamento político”, sabendo distinguir o jogo do que se diz e das intenções em dizê-lo? Seria “embasamento científico”, operacionalizando conceitos físicos e químicos para se posicionar? Seria esta uma consciência do grupo todo, ou apenas de alguns integrantes? Por outro lado é importante questionar: quem está autorizado a se posicionar? Que nível de especialização deve-se ter para estar autorizado a dizer? Para participarmos, antes temos que ter ilustração: não se legitima o aprendizado vivido na relação, na interação com os textos, com os discursos, embates, etc.

A crença na ciência como portadora da chave de resposta para os desatinos da humanidade prevalece: faltam-nos dados científicos. A concepção de que com mais ciência poderemos nos posicionar de forma esclarecida e correta mostra uma consciência da controvérsia como “incerteza momentânea” e não como algo inerente a toda forma de conhecimento. A inexorável natureza irresoluta da Ciência, produzida por sujeitos humanos, é essencialmente polifônica e polissêmica. Como os alunos desenvolverão suas compreensões: consoantes com a crítica contemporânea sobre a natureza do conhecimento científico, ou com as mesmas dúvidas iniciais de uma verdade que precisa ser encontrada ou acordada entre eles?

As interações do grupo 4 com a professora resumem-se à enunciação de uma única aluna em resposta ao questionamento da professora. A reacentuação de Tatiane, embora não altere o pronome como Carmem, mostra palavras próprias alheias, pois há ponderações intercaladas às ideias do autor: (...) *a Terra é uma máquina térmica e ela muda de temperatura constantemente, ela não se adapta a uma temperatura só, e que por isso não existe aquecimento global...é apenas uma conspiração dos países desenvolvidos para frear o desenvolvimento dos países emergentes (turno 19)*. Uma evidência disto é a palavra **apenas** em negrito, que denota possivelmente um acento afetivo. Diferente de Carmen que evoca ponderação e necessidade de “embasamento”, a aluna do G4 parece estar convencida sobre a “verdade” sobre o aquecimento global.

Do turno 23 até o final do episódio, acompanhamos o diálogo do grupo 3, desta vez com uma característica diferente dos demais grupos. Três alunas se manifestam com diferentes acentuações. O diálogo se enriquece pelas múltiplas participações das alunas e as ressonâncias que a enunciação de uma provoca nas outras. A primeira, Fátima, ao expressar a síntese do texto, focaliza muito mais o aspecto operacional e esquemático do funcionamento da Terra. Não expressa em seu discurso nada a respeito das questões políticas e ideológicas. A

aluna Isadora encarrega-se de pontuar a dimensão axiológica quando traz vozes do texto de ponderação e nos fornece pistas importantes de que sua leitura a inclui como parte dessa humanidade e sociedade da qual se refere. Já se sente parte de um “nós” social. Um indício de apropriação da palavra do autor do texto é o uso de “a gente” na exposição das idéias, escolha que não acontece no caso das outras duas alunas. A aluna Nara, a partir da forma como referencia o autor e suas idéias, não demonstra a mesma apropriação, as palavras dele permanecem “alheias” para ela. As enunciações da professora e das outras alunas provocam em Fátima um deslocamento de foco estritamente operacional para outro foco, mais contextualizado. Como exemplo o “*Vira comércio!*” complementando a fala de Isadora (turno 30), “*Apoio político!*” (turno 37) e todo o turno 40 sobre a diferença de discursos na medida em que afetam interesses de ordem política e econômica. Com isso, observamos a compreensão ativa e respondente a que Bakhtin se refere, respondente a alguém ou a alguma situação. A apropriação das palavras feita por Fátima durante a leitura individual do artigo aprofunda-se a partir da provocação indireta das falas do grupo e da mediação realizada pela professora no turno 39: *Por isso a gente tem que ficar bem atento e começar a desenvolver a habilidade de perceber quem tá falando, de onde que a pessoa fala. Nessa posição que ela fala, será que ela não teria algum interesse? Por que que ela fala daquilo que ela fala?* A professora de orientação bakhtiniana entra em cena: o conteúdo da fala tem a ver com o lugar de onde fala, pois os sujeitos são singulares e participam do Ser evento único da vida. Por outro lado, seria possível ocupar uma posição neutra de interesses? Falar de um lugar onde se pronuncia o conhecimento puro e “não contaminado”? Novamente a professora expressa sua tensão constitutiva, conforme já discutido acima.

Outro ponto a ser destacado é a sugestão implícita de que a política é sinônima de interesse ou mentira, enquanto a ciência é sinônima de verdade, respectivamente nos turnos 30: *Assim, a coisa de tornar o aquecimento natural, de ser natural, de fazê-lo natural é tipo uma propaganda, sabe?! Muita gente tá usando o meio da política em tudo;* e 34: *Ele fala aqui que a procura da verdade tá se confundindo com interesse político e a procura do conhecimento tá se reduzindo à busca pelo poder.* Nesse último, percebe-se a clara oposição entre política e conhecimento, como se a construção do saber não fosse de natureza política, não envolvesse negociações. Como se as controvérsias não pudessem ser de natureza epistêmica, mas política, no sentido de enganação. A aprendizagem de conteúdos científicos, embora pareçam isentos de valores, desenvolvem visões acerca da própria natureza da Ciência, que são incorporadas ao universo dos estudantes e que os constitui como sujeitos.

Episódio 3 – Você fala automático sem você perceber!

O episódio a seguir é imediatamente subsequente ao anterior. Decidimos realizar um corte neste ponto, pois acreditamos que a circulação de sentidos adquire aqui uma tônica diferente, o que nos levou a estudá-lo em separado como unidade de análise. O diálogo caminha em direção ao questionamento sobre o trabalho dos cientistas e o *posicionamento necessário* de cada sujeito frente à controvérsia.

1. Prof: Mais alguém gostaria de comentar algo que leu, achou interessante e ainda não foi comentado?
2. Cláudia(G1): O texto que eu li aqui fala que não tem jeito de pegar a temperatura média do mundo, por que é muito diferente o pólo norte, Brasil, os EUA...
3. Prof: Isso é um ponto interessante que a Cláudia tá levantando, vocês ouviram? Como é que é esta história de temperatura média? Como é que mede temperatura se hoje de manhã, aqui tá de um jeito, lá no hemisfério Norte tá entrando no verão, mas mesmo assim tem o pólo Norte que permanece frio... Lá no Equador tá um calor danado.
4. Isadora (G3): Um dia mesmo tem oscilação!
5. Prof: Um dia mesmo tem oscilação... Então isso é um ponto que nós vamos tentar esclarecer: como é que é essa história de temperatura média?...Mais algum ponto?
6. Robson (G5): Professora aqui fala que o planeta Terra é como o organismo humano...
7. Prof: quem que você leu?
8. Robson (G5) É da revista Época!
9. Prof: É um jornalista que escreveu?
10. Robson (G5): Não fala o nome aqui. Fala que com o aumento de 2 graus Celsius, o (inaudível) fica mais lento e o funcionamento do organismo humano fica diferente. E no planeta, isso atrapalha o sistema de chuvas e da secas, e as formas de vida nem sempre conseguem se adaptar com isso. Mas se aumentar 5 graus na temperatura do corpo humano, fica muito grave e a pessoa pode até morrer. No planeta Terra, isso ia causar um colapso e ia exterminar a agricultura e a pecuária nas zonas tropicais.
11. Prof: Bom Nara, o seu texto fala alguma coisa que tem a ver com o texto do Robson. Algo que você falou comigo que não entendeu.
12. Nara (G3): Ahh, aquele negócio lá das atitudes?! Fala... tá aqui: "A história das crenças humanas é uma lição de advertência: matamos milhares de seres humanos porque acreditávamos que tinham feito parte com o demônio e se tornaram feiticeiros. Estas tragédias antecipatórias a respeito do aquecimento global como desastres e catástrofes mundo a fora." Fala da conclusão que as pessoas tomam antecipadamente, as atitudes que elas tomam antecipadamente...
13. Prof: Tá falando um pouco disso... Nas situações onde as coisas não são muito claras, ou que tem pontos de vistas muito diferentes, nós temos que ser muito cuidadosos... Aí a gente vai entrar numa discussão que ela vai ajudar a gente aprofundar o que a gente estudou no modelo cinético-molecular, lembram?! Que a gente discutiu esta questão do modelo? O que que é um modelo? Qual que é o limite dele? Quais são as possibilidades dele? O que que ele dá conta de explicar? Quando a gente fala de temperatura média global, de que estamos falando? Quando a gente faz uma previsão climática, como é que esta previsão é feita? Nós vamos aprofundar um pouco esta questão... por que esse tema é um tema muito complexo! Nós não vamos sair daqui com nenhuma conclusão final...
14. Tatiane (G4): Professora, aqui no texto tá falando que a ONU usa computadores para fazer previsões climáticas, mas que realmente nada do que ela prevê acontece. Isso seria prova que os cientistas da ONU não são humildes de falar que eles não sabem prever o clima...E isso é mentiraaaaa, entendeu?!!!! (risos de toda a turma pelo tom enfático da colega).

15. Prof: Mas você ficou com a impressão de que se é mentira, então tudo bem pode poluir à vontade?!
16. Tatiane (G4): Não, não que seja isto, mas que o aquecimento global é mentira!
17. Carmem (G2): É um terrorismo!
18. Prof: Porque a gente tem que tomar cuidado com posições assim, né?! Falar que não, não tem problema não, o aquecimento global não existe não, então pooooooooode....Que é um pouco o que a Isadora falou, o que a Nara falou...A não tem aquecimento global não, então beleza, pode poluir!
19. Tatiane (G4): Não é isso, mas o aquecimento global é mentiraa! (fala ao fundo e a professora não interrompe sua linha de raciocínio)
20. Prof: Ou então...tem aquecimento global sim, a Terra vai esquentar mesmo...qualquer posição que paralise...
21. ?(G1) Ninguém faz...
22. Prof: Ninguém faz por que que eu vou fazer?! Estas posições que a gente tem que refletir em cima delas. Estas posições que colocam a gente numa paralisia...Você falar: ah não, não tem jeito não, porque o fulaninho falou comigo que não tem jeito, então não tem jeito!
23. Nara (G3) Até falei com os meninos do grupo, que minha irmã foi passar um spray no cabelo e era aerossol, e ela falou assim: "Se eu for usar aquele negócio de aerossol não vai fazer bem". Aí eu olhei bem pra ela, a gente já tem isto na gente, e falei: Ninguém deixa de usar... por que você não vai usar? Todo mundo usa! Que o aerossol prejudica...
24. Prof: Depende, prejudica por que?
25. Nara (G3): Diz ela que prejudica, não sei... (RISOS de toda turma)
26. Fátima (G3): É que tem aquela história que prejudica a camada de ozônio...
27. Prof: Tá vendo, isto é que a gente tem que saber, tem muitas coisas que rolam por aí. "Ah isso aqui prejudica. Prejudica como?"
28. Nara (G3): Aí ela disse "Para quê que eu vou usar se prejudica?!" Aí falei assim: Todo mundo usa, não vai adiantar só você não usar! Já tá dentro da gente pensar que se todo mundo usa para que que eu vou parar, entendeu? É um pensamento errado. Eu parei depois pra pensar...É um pensamento errado, sabe?!
29. Fátima (G3): É por que se todo mundo pensar assim...
30. Prof: A cultura brasileira é muito flexível, né?! Nós somos tão flexíveis que nós criamos o carro FLEX gente! Aí fiquei pensando: o carro FLEX é o ícone da cultura brasileira! Você pode usar álcool e gasolina na proporção que você quiser que o carro anda... Mas fala Nara que eu te cortei.
31. Nara (G3): Não era isso mesmo que eu tava falando, tá dentro da gente, automaticamente a gente pensa: "Se ninguém faz, para que que eu vou fazer?" Aí eu falei com ela, depois parei pra pensar que você fala automático, sem você perceber.

A terceira unidade de análise, composta de 31 turnos, parece iniciar um olhar mais incisivo sobre os aspectos epistêmicos da controvérsia, isto é, embora a tensão dos jogos de interesses, poder e intenção permaneçam circulando, começa a aparecer aspectos sobre o trabalho dos cientistas e seu real alcance: elaboração de uma temperatura média global mediante as condições oscilantes e previsões climáticas feitas pelos computadores da ONU. Pela primeira vez, um conceito científico entra como baliza para a discussão: será que compreender "temperatura média global" possibilitará melhor embasamento para um posicionamento responsável e responsivo dos alunos? Qual é o real peso dos conceitos mediante ideologias, crenças e acentos afetivos?

Cláudia, consonante com os demais integrantes do G1 na unidade de análise anterior, manifestou um veredicto acabado “*Meu texto fala que o Aquecimento global é mentira!*”. Entretanto, mais uma vez verificamos uma compreensão ativa e responsiva, pois já no início deste episódio uma intervenção da aluna demonstra ponderação, aprofundamento e “releitura” do texto a partir das palavras alheias que circularam nos 40 turnos seguintes a sua primeira intervenção. Desta vez, ela não dá acabamento ao tema, mas parece se colocar no lugar de alguém que traz mais um ponto a considerar e não uma conclusibilidade no turno 2: “*O texto que eu li aqui fala que não tem jeito de pegar a temperatura média do mundo, por que é muito diferente o pólo norte, Brasil, os EUA...*”.

O grupo 5 se manifesta nas palavras de Robson, entre os turnos 6 e 10. A comparação entre o organismo humano e o planeta Terra parece estar desenhada em palavras alheias, pois Robson em nenhum momento insere a coletividade ou a si próprio. O exemplo dele mostra mais uma vez que a apropriação ou incorporação se dá em tempos distintos e em níveis diferentes, pois não se refere ao coletivo de alunos, mas a cada sujeito que compreende ativamente e ininterruptamente no decurso das interações. Se Robson permaneceu no *mundo teórico* ou agiu responsavelmente encontrando seu eu em meio às idéias debatidas, não sabemos, pois sua participação não mais se verbaliza no episódio.

Uma evidência clara da ininterrupção do processo de compreensão, como concebido por Bakhtin, é expressa por Nara. Ela não apenas é responsiva à fala de Robson, mas, diferente do analisado no episódio anterior em que sua intervenção se dá predominantemente em palavras alheias: *(o autor) fala aqui que a procura da verdade tá se confundindo com interesse político e a procura do conhecimento tá se reduzindo à busca pelo poder (turno 34 - episódio 2)*. Na intervenção realizada por ela na presente unidade, ela ensaia uma interpretação da citação realizada. No final do turno 12 ela diz: *Fala da conclusão que as pessoas tomam antecipadamente, as atitudes que elas tomam antecipadamente (...)*.

O deslocamento do “texto que fala” a “um sujeito que fala no texto”, apesar das provocações da professora no turno 7: *Quem que você leu?* e em outros turnos do episódio 1 e 2, nos quais ela chama a atenção dos alunos para a importância do sujeito que fala e a partir de que lugar ele fala, parece ainda não ocorrer. Os porta-vozes dos grupos referem-se sempre a vozes sem destacar o sujeito, como em *O texto que eu li aqui fala... (turno 2)*; *É da revista Época! (turno 8 em resposta ao Quem)*. Isto indica, ainda, que a “consciência do Outro que fala” está em processo de constituição. Perceber esse Outro significa perceber as vozes diferentes que se afirmam mediante a controvérsia.

Aproveitando o turno de Nara sobre *as atitudes que elas (as pessoas) tomam antecipadamente*, a professora “resfria” os ânimos dos ávidos pelo “lugar seguro da verdade” ou da “não-contradição”, quando no turno 13 afirma a não-clareza da questão debatida e a imprecisão/inconclusibilidade dos modelos: ricos em possibilidades, mas marcados pelo limite. Ela aplaca a ansiedade de todos com uma fala que arremata ao final do turno “*Nós não vamos sair daqui com nenhuma conclusão final...*”, demonstrando que a falta de consensos não é sinal que temos pensamentos e modelos incorretos e, por isso, descartáveis. Entretanto, a professora deixa claro que os modelos não podem ser tomados como absolutos e concluídos.

A cadeia de enunciados que aqui se coloca exemplifica as idéias de Bakhtin citadas anteriormente: “Não há enunciado isolado, sem predecessor ou sucessor.” A professora encontra condições de elaboração dos limites que marcam nossos modelos no enunciado de Nara, que o precede. Seu enunciado tem como destinatário os alunos que, a partir de suas compreensões ativas, estão formulando responsivamente pensamento e palavra. Tatiane é a destinatária que se diz no turno imediatamente posterior, o que não significa que a cadeia de sentidos não esteja fomentando os demais participantes, cujas elaborações irão se manifestar no decurso das enunciações, a ponto das falas de professora e aluna se eclipsarem como sinal de convergência de sentidos: *Ninguém faz... (turno 21). Ninguém faz por que que eu vou fazer? (turno 22)*. O que a aluna diria foi ocultado, mas a não retomada do turno evidencia consentimento e coincidência de sentido. Este episódio deixa clara a constatação de que “*todo enunciado é um elo na cadeia da comunicação discursiva*” (p.272; 289; 371).

Tatiane responde na sua condição de sujeito constituído da tensão e do paradoxo: ao mesmo tempo em que avalia os limites dos “modelos dos cientistas da ONU” parecendo sinalizar ao encontro da fala anterior da professora, ela não se desloca do lugar de conclusibilidade e acabamento, manifestado no episódio anterior: *E isso é mentiraaaaa, entendeu?!!!! (turno 14)*. Desta forma, não atende à evocação de ponderação realizada pela professora, de que modelos são constituídos de limites e possibilidades. Tatiane parece compreender a expressão *tema muito complexo* no sentido de tema tão difícil a ponto de não sabermos o suficiente para afirmar sobre ele, e (...) *Não vamos sair daqui com nenhuma conclusão final (turno 13)* no sentido de impreciso ou até mesmo inverdade. A compreensão ativa e respondente, conforme nos ensina Bakhtin (2003), se dá sempre a partir de uma reacentuação valorativa e afetiva, sendo “impossível compreender sem fazer juízo, avaliação” (p.328). Os sentidos emergem como respostas às perguntas próprias estão, obviamente, emoldurados pelas ideologias do sujeito, o que nos leva a sinalizar que Tatiane já havia

expressado no episódio anterior seu posicionamento no debate. A escuta das palavras da professora, são significadas a partir do que ela compreende como verdade ou mentira.

Assim como Messias e Carmem, Tatiane permite entrever a subcultura escolar da qual participa. Cultura essa que estabelece que na ciência só há lugar para a precisão e para afirmações douradas e catedráticas. Os turnos que analisamos nos episódios anteriores mostram não apenas subjetividades em formação mediante a uma realidade dialética e polifórmica, mas também caracterizam a ideologia de uma sociedade organizada em binômios de verdade/mentira, pensamento certo/pensamento errado: *isso seria prova... (turno 14)*. Dentro dos sentidos circulantes nos episódios, as provas são absolutas, são fatos dados e não construções humanas, interpretadas por sujeitos únicos e históricos com demandas e interesses próprios. Por isso, elas de fato PROVAM, permitindo conclusão e acabamento às realidades.

Estaria a acentuação de Tatiane influenciada predominantemente pelo acento do autor, ou haveria outras vozes em sua composição? Carmem ainda faz eco ao maniqueísmo apresentado por Tatiane: *É um terrorismo! (turno 17)*. Onde está a consciência da falta de embasamento para dar acabamento, conforme reivindicado por ela no episódio anterior? Já se fez presente e tornou possível a conclusão? Fato possível de inferir é que Tatiane não mais usa apenas palavras alheias como no episódio anterior, mas se faz autora do seu enunciado quando entoa enfaticamente *E isso é mentiraaaaa, entendeu?!!!! (turno 14)*. É um posicionamento que se dá no nível do *mundo teórico*, mas é dela, não mais apenas do autor do texto.

Após tal lugar demarcado pela estudante, entre o turno 15 e o turno 20, a professora provoca repetidamente Tatiane, como se perguntasse por seu *mundo da vida*, sua *pravda* mediante o problema. Ao perguntar *Mas você ficou com a impressão de que se é mentira, então tudo bem pode poluir à vontade?! (turno 15)* é como se perguntasse: Então, qual é o seu ato responsável? Ela convida ao *pensamento participativo*, a outro nível de posicionamento que a convida assumir sua unicidade no mundo. A tensão se estabelece, pois embora Tatiane tenha repetido por duas vezes, que não, não é esta sua crença, a professora parece não legitimar sua fala, a ponto de prosseguir seu questionamento. Embora Tatiane tenha realizado seu fechamento teórico, e na sua concepção, esclarecido o que é verdade e o que é mentira, ela não deixa claro se assume ou não eticamente a responsabilidade dos seus atos. A expressão *Não, não que seja isto, mas que o aquecimento global é mentira!* (turno 16) nega a interpretação da professora, mas parece não se mover para além do *mundo teórico*.

A professora e os estudantes se ocupam em explorar as consequências de se adotar posições extremas que gerem *paralisia*, nas palavras da professora (turnos 18, 20 e 22). Entendemos a paralisia não apenas como estagnação dos atos ou conformismo, mas resguardar-se no mundo teórico, cujo acabamento estético me retira do mundo ético, onde meus atos são responsáveis e responsivos, pelo simples fato de ocupar um lugar que é meu, de estar ali e não ter alibi para me evadir. Está em jogo a validade de se posicionar, mesmo em meio à dúvida. Tatiane é inquirida se pode não se posicionar quanto as suas escolhas a partir da justificativa de inverdade sobre o aquecimento global. A professora parece defender que, independentemente da contradição em torno do fenômeno aquecimento global, é impossível não se dizer. “Não dizer” diz algo, “muito dizer” pode significar não responsabilidade nos atos. Um ato responsável e responsivamente ético é aquele que toma a unicidade do evento e do outro e se posiciona implicado nas consequências.

Nara (G3), por sua vez, inova ao realizar um “descolamento” dos textos e vozes para narrar uma história sobre seu posicionamento pessoal e de sua irmã acerca do uso dos sprays aerossóis. Dentro da compreensão ativa e ininterrupta, acreditamos que Nara, desde o turno 11, quando lê palavras que não são suas sobre as ATITUDES e conclusões antecipadas, realiza uma meta-reflexão, isto é, toma consciência do seu próprio pensamento e se reformula. Seu silêncio entre os turnos 11 e 23 não é sinônimo de inatividade, mas de trabalho interior, de ressignificação de seus valores e de seu posicionamento. A evidência deste processo encontra-se no último turno do episódio (31): *Aí eu falei com ela, DEPOIS parei pra pensar que você fala automático, sem você perceber*. Certamente o “depois” refere-se ao tempo imediatamente anterior à sua fala, o tempo em que se transcorrem a cadeia de enunciação do episódio, pois seu enunciado é responsivo aos sentidos que circulam antes dele.

Nara revela, também, a importância do outro na constituição do eu. Sua subjetividade sendo reformulada só se faz mediante ao episódio com a irmã, para a qual ela se disse, e só a partir do pronunciado, pode haver meta reflexão de que há coisas *dentro da gente* (turno 28) que são automatizadas, isto é, enculturadas pelas várias vozes sociais que constituem o senso comum e que, muitas vezes, elas se encontram inconscientes. É um processo de desnaturalização dos dizeres sociais. Só a partir do Outro-professora, Outro-colega, ou Outro-autor que fala no texto que leram, a história com a irmã ganhou ressonância interior e sentidos novos. *A gente tem isso na gente* (turno 23) de repetir vozes que circulam em nossa cultura de que *ninguém deixa de usar*, por que iremos fazer diferente? Como este *isto que está dentro da gente* se constituiu? E como pode estar em processo de mudança, tal

como acontece com Nara? Bakhtin oferece uma leitura de um ser humano de inconclusibilidade e abertura a ressignificar sempre (BAKHTIN, 2003, p.374), um contínuo “em sendo”, onde não há ponto de estagnação absoluta em nossa constituição e em nossos sentidos.

O caso pessoal relatado por Nara se assemelha à discussão apresentada nos turnos anteriores, pois questiona se é necessário saber a “verdade” ou “ter certeza” para se posicionar: *Prejudica por que? (turno 24); Diz ela (a irmã) que prejudica, não sei!* Embora, provavelmente, o saber científico qualifique o posicionamento, a participação de Nara sugere que a dúvida não exclui seu direito e dever responsável de se dizer, de se posicionar, pois a razão teórica é apenas parte de seu todo que é único:

A unicidade única ou singularidade não pode ser pensada; ela só pode ser participativamente experimentada ou vivida. Toda a razão teórica em sua totalidade é apenas um momento da razão prática, isto é, a razão da orientação moral única do sujeito, no interior do evento do Ser único. Esse Ser não pode ser determinado nas categorias da consciência teórica não participante — ele pode ser determinado apenas nas categorias da comunhão real, isto é, de um ato realmente realizado, nas categorias da efetiva-participativa experiência da unicidade ou singularidade concreta do mundo (BAKHTIN, 1993, p.13).

Isso também parece trazer à tona o critério de “relevância” do ato frente uma realidade de dimensões globais. Ela aponta um outro horizonte da *compreensão*, não definida apenas no contorno do cognitivo-conceitual mas, como nas palavras de Bakhtin(1993), para além disso:

Compreender um objeto é compreender meu dever em relação a ele (a atitude ou posição que devo tomar em relação a ele), isto é, compreendê-lo em relação a mim mesmo no Ser-evento único, e isso pressupõe minha participação responsável, e não uma abstração de mim mesmo. É apenas de dentro da minha participação que o Ser pode ser compreendido como um evento, mas esse momento de participação única não existe dentro do conteúdo, visto em abstração do ato como ação responsável. (p.19)

Nara parece viver uma tomada de consciência de que não é “todo mundo” e ao mesmo tempo “não é ninguém” quando exerce um julgamento moral de que “tal pensamento é errado” (no turno 28) ou que “você automaticamente pensa” (no turno 31). Assim, age eticamente, pois é responsável ao “localizar” seu eu no mundo e, conseqüentemente, a unicidade de seu tempo e lugar, e é responsiva à irmã e à professora ao afirmar a relevância de sua atitude. Parece-nos que “paralisar” ganha novo significado: é pensar igual aos outros sem

localizar o próprio “eu”, a própria voz. Nara vive o que Bakhtin chamou de *pensamento participativo*, reconhecendo seu não-álibi quando toma consciência de que sua atitude é pessoal, única e intransferível, a despeito de todos ou de “ninguém”:

A realidade da unicidade unitária desse mundo (da vida) é garantida pelo reconhecimento de minha participação única nesse mundo, por meu *não-álibi* nele. A minha participação reconhecida produz um dever concreto — o *dever* de realizar a inteira unicidade, a unicidade totalmente insubstituível de ser, com relação a cada constituinte desse ser; e isso significa que minha participação transforma cada manifestação minha (sentimento, desejo, humor, pensamento) em minha própria ação ativamente responsável. (BAKHTIN, 1993, p.59) (grifos do autor)

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O percurso da análise dos episódios esboça um quadro inicial em que a compreensão do aquecimento global expressa pelos estudantes não apresenta controvérsias, partindo do pressuposto de que o aumento do efeito estufa, decorrente do incremento da emissão de gás carbônico, está levando ao aquecimento global. Esta constatação confirmou nossa expectativa inicial, uma vez que a mídia vem, frequentemente, associando efeito estufa à aquecimento global de modo aproblemático. Sendo essa a concepção inicial dos alunos, no julgamento deles, seria preciso discutir as consequências ambientais ou climáticas provenientes do aquecimento global e conhecer as medidas necessárias a serem tomadas para minimizar seus efeitos. Como a escola vem se consagrando como lugar de se ensinar os conhecimentos consolidados da ciência, também não nos causa surpresas a necessidade dos alunos em exigir uma resposta correta para ser “arquivada” como conhecimento válido, importante e reproduzível em situações futuras de avaliação escolar.

No segundo momento, ao longo da cadeia de enunciações, pudemos flagrar alguns processos que nos indicam apropriação da voz do outro, como uma atitude ativa responsiva, única, singular e individual. Há identificações entre eles, mas também (des)identificações. A apropriação das vozes ocorre de diferentes modos dentro de um mesmo grupo e também entre sujeitos de grupos diferentes. Neste sentido é possível observar diferentes graus de percepção da voz do Outro: uns mais conscientes, outros menos. E, ainda que haja demarcação de ideias, há diferentes acentos afetivos: uns mais reticentes, outros mais apaixonados e seguros de suas posições. Os estudantes tomam consciência da existência de controvérsias a partir do reconhecimento de vozes que expressam ideias antagônicas. Passam, pois a procurar pela verdade: quem a possui? Quais as regras do jogo? Haveria uma conspiração?

No terceiro momento, os estudantes expressam acabamento em relação ao tema. O posicionamento, embora seja mais explícito em algumas enunciações, ocorre pelos não-dizeres, pelos dizeres teóricos, e também, pelo dizer de si mesmo em relação à controvérsia, a partir do seu lugar único na existência. Enunciados pronunciados da parte daqueles, como Tatiane, que parecem acreditar que a verdade é a de que o aquecimento global é mentira, ou pelos mais reticentes e aliados das teses em favor do aquecimento global. Enquanto a maioria, fazendo ressonância a subcultura científica escolar, parece buscar a *istina* e desmascarar a mentira, ao menos um deles dentro do nosso recorte, parece buscar a *pravda* como algo-a-ser-

alcançado, o que é *verdadeiro para si*. Pensar individualmente, se posicionar e agir de modo responsável é a centralidade e culminância dos episódios. Tatiane e Nara evidenciam algo em comum. Enquanto a primeira, parece realizar um fechamento teórico sobre a controvérsia, apontando para a certeza *istina*, mas não expressando claramente sua *pravda*, a segunda, pautada pela incerteza no *mundo teórico*, age responsabilmente. Esta comparação nos leva a afirmar que estar “cientificamente esclarecido”, seguro no juízo teórico sobre a realidade, embora participe, não é a única e exclusiva condição ao sujeito para que aja responsiva e responsabilmente em sua existência.

Se o *mundo teórico* da ciência e da verdade única não mais comporta uma cisão com o *mundo da vida*, resta-nos nesta dissertação recolocar a centralidade do sujeito nos processos de constituição das suas subjetividades, pois conforme já analisamos, “qualquer valor universalmente válido só se torna realmente válido em um contexto individual” (BAKHTIN, 1993, p.37). Os estudantes, ao perceberem a inconclusibilidade do processo de elaboração das ideias, experimentam o incômodo da compreensão como *não lugar*. Mas simultaneamente, já que não há fechamento, este espaço vazio convida a ser ocupado pela palavra própria, única de cada um deles. Posicionarem-se, mesmo em meio à incerteza. Neste exercício é possível que aprendam a desconfiarem quando a realidade e a explicação dos fatos parecerem por demais precisas e acabadas. Ainda que desejem, descobrirão impossibilitados de não se dizerem, já que não encontram alibi para suas unicidades no tecido da existência. Concluimos que abordar um tema sócio-científico controverso em sala de aula oferece uma possibilidade aos sujeitos de resgatarem suas unicidades cindidas pelo conhecimento ministrado na escola moderna.

O que se espera da escola contemporânea, sintonizada ao paradigma emergente? Que seja capaz de fornecer elementos da ciência para que os sujeitos possam participar de modo qualificado e autorizado da vida social e dos fóruns de decisão coletiva? Ou que vá além: reconheça a inconclusibilidade e tensão como constitutiva do sujeito, educando-o para uma ciência marcada pela incerteza e controvérsia, a partir de uma honesta constatação da cisão entre o *mundo da teoria* e o *mundo da vida*? É reducionista acreditar que o ensino de conceitos de física, química, climatologia e qualquer outro campo disciplinar para a compreensão da realidade sejam suficientes e satisfatórios ao universo humano. O posicionamento pessoal e a responsabilidade de cada ato transcendem o teórico, e qualquer enunciação não pode ser adjetivada apenas de “cientificamente embasada”, pois carrega em si outras dimensões do sujeito, tão ponderativas e importantes quanto. Uma possível implicação

desta pesquisa para estudos futuros seria perguntar: de que modo a compreensão ativa, criadora e ininterrupta dos estudantes encontra-se com os conceitos científicos organizados em sala de aula pela professora? A “autoridade científica” legitimada pela subcultura escolar seria capaz de mudar o posicionamento teórico de Messias, Carmem, Tatiane, Nara? Mais profundamente: Que parte cabe a esses conceitos na composição da responsabilidade dos atos éticos dos estudantes, tendo em vista que a *pravda* de cada um, não exclui a *istina*, mas tomando-a em suas existências, perpassam-na?

Debates sobre problemas sócio-científicos controversos tornam-se lugares privilegiados e legítimos para a vivência do *pensamento participativo*. O aquecimento global, aqui abordado, pode ser pensado como um ícone do paradigma emergente na medida em que não encontra solução dentro dos cânones do pensamento cartesiano de causa-efeito, o que nos leva a crer que podemos avançar na compreensão de fenômenos globais e de natureza complexa a partir de outras racionalidades. Relativiza a autoridade científica, desvelando a construção sócio-cultural não apenas das hipóteses e teorias, mas dos próprios dados, que são recortados de forma não neutra. Quando a ciência, que era a autoridade para decidir sobre as verdades absolutas, passa a conviver com as incertezas, os sujeitos tornam-se autorizados a participar dos debates e, com isso, imprimir suas marcas, deixar sua assinatura na arena da vida.

A escola deve estar comprometida com uma educação que forma os sujeitos na medida em que os coloca frente a situações-problemas em vez de transmitir verdades que se encontram abaladas. Isso não nega o papel da escola de ensinar os conhecimentos científicos já consolidados. O que estamos defendendo é a ampliação dos currículos escolares de modo a incorporarem temas controversos, devido à natureza diferente dos conteúdos consagrados na escola. Eles trazem contribuições diferentes e importantes para a educação em ciências.

Uma educação comprometida com os sujeitos aposta na dúvida. É contra a ignorância de *não saber coisa alguma* quando apenas repete ideias dos outros, palavras alheias. Entretanto, aposta na incerteza, pois ela põe o sujeito em movimento numa constante busca de sua verdade *pravda* como o algo-a-ser-alcançado. Retomando Chauí (2000): “A incerteza é diferente da ignorância por que, na incerteza, descobrimos que somos ignorantes, que nossas crenças e opiniões parecem não dar conta da realidade.” (p.111) A vida, baktinianamente falando, é um eterno vir-a-ser, onde nada está posto, nada está acabado ou resolvido esteticamente. O mundo ético é um mundo aberto, e é por isso que há lugar *para mim e para o Outro* nessa existência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINKENHEAD, G.S. *Educação científica para todos*. Tradução: Maria Teresa Oliveira. Mangalade: Edições Pedagogo, 2009.187 p.
- ALVES, S.B.F.; CALDEIRA, A.M.A. Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do ensino médio frente ao tema genoma/DNA. *Revista Ensaio*. Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, vol. 7, n.1, ago. 2005. Disponível em: <www.fae.ufmg.br/ensaio/v7_n1/bioetica.pdf>. Acesso em 08 maio 2006.
- BAKHTIN, M. M. *Para uma filosofia do ato*. Tradução de Carlos Alberto Faraco e Cristóvão Tezza.. Título original: *Toward a Philosophy of the Act*. Austin: University of Texas Press, 1993. 93p.
- _____. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 476p.
- BARBOSA, L. G. D. C; CASTRO,R. S. *O ensino de conceitos de termodinâmica a partir do tema aquecimento global*. Monografia de conclusão do curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação pela UFMG. 2007.
- BAROLLI, E.; FARIAS, R. O; LEVI, E. *O potencial de assuntos controversos para a educação em uma perspectiva CTS*. 2006. Disponível em <http://www.ufscar.br/ciecultura/doc/potencial_assuntos.pdf>. Acesso em 30 de abril de 2009.
- BOCHAROV, S.G. (1993). Introdução à edição russa. In: *Para uma filosofia do ato*. Tradução de Carlos Alberto Faraco e Cristóvão Tezza. Austin: University of Texas Press, 1993. Título original: *Toward a Philosophy of the Act*. 93p.
- CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível, o mito do combustível limpo. *Química Nova na Escola*, v. 28, p. 9-14, 2008. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/03-QS-3207.pdf>>. Acesso em 30 de abril de 2009.
- CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o Ensino de Ciências. In: *Ensino de Ciências: unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- CASTRO, R.S; LIMA, M. E. C. C.; PAULA, H. F. Formação de professores e compreensão pública das ciências: contribuições para a participação democrática. *Anais do VIII Jornada*

Latinoamericanas ESOCITE: Ciencia y Tecnología para la inclusión social. Buenos Aires, 2010.

CHAUÍ, M. *Convite à filosofia.* São Paulo: Ed. Ática, 2000. 567p.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Parecer CEB número 15 de 1 jun. de 1998. Parâmetros Curriculares Nacionais. Relatora Conselheira Guiomar Namo de Mello; processo: 23001.0030. 72p.

DESCARTES, R. *Discurso do método.* Tradução Maria Ermantina Galvão G. Pereira. São Paulo: Martins Fontes, 1996. 102p.

FREITAS, D.; VILLANI, A.; ZUIN, V.G.; REIS, P.R.; OLIVEIRA, H.T. *A natureza dos argumentos na análise de temas controversos: estudo de caso na formação de pós-graduandos numa abordagem CTS.* 2006. Disponível em <http://www.ufscar.br/ciecultura/doc/nat_argu.pdf>. Acesso em 30 de abril de 2009.

GIL, D. y VILCHES, A. Educación Ciudadana y Alfabetización científica: Mitos e Realidades. *Revista Ibero-Americana de Educación.* Nº 42, pp.31-53.2006.

GONZAGA, V. ; OLIVEIRA, E. K. B. ; BASTOS FILHO, J. B. *Ciência, poder e Aids: a polêmica sobre a causa da Aids.* Revista Ciência & Ensino- DPCT-IG-UNICAMP, 2007. Disponível em <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/161/117>. Acesso em 30 de abril de 2009.

KOLSTØ, S.D. Patterns in students' argumentation confronted with rik-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education.* Vol. 28. nº 14, pp. 1689-1716. 2006.

KOLSTØ, S. D. et al. Science students' critical examination of scientific information related to socio-scientific issues. *Science Education*, 90(4), 632-655. 2006.

LEVY, L. F; SANTO, A. O. E. A tríade distinção-união-incerteza: os pensamentos de Edgar Morin e de Ilya Prigogine como contribuição à área de ensino de Ciências. *Actae Scientiae.* V.9.n.2.p.3-26. 2007

MILLAR, Robin. Um currículo de Ciências voltado para a compreensão por todos. *Revista Ensaio.* Vol.5, n.2, p.73-91. 2003.

- MOLION, L.C.B. Aquecimento global: uma visão crítica (p.55-82) In: VEIGA, J. E. da (org) *Aquecimento Global: frias contendas científicas*. São Paulo: Ed. Senac São Paulo, 2008. 112p.
- MOURA, M. Aquecimento global: momentos de divergência. *Com Ciência Ambiental*. Ano 2. Nº 15. p.68-79. 2007.
- NARASIMHAN, M. G. Controversy in science. *Journal of Biosciences*. 26(3): 299-304. 2001.
- NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de biologia e física. *Ciência & Ensino*, v.1, n.1. 2006.
- NAVAS, A. M. ; CONTIER, D. ; MARANDINO, M. . Controvérsia científica, comunicação pública da ciência e museus no bojo do movimento CTS. *Ciência & Ensino (UNICAMP)*, v. 1, p. 7, 2007. Disponível em <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/127/102>> Acesso em 30 de abril de 2009.
- OLIVEIRA, S.M. Base científica para a compreensão do aquecimento global. (p.17-54) In: VEIGA, J. E. da (org). *Aquecimento Global: frias contendas científicas*. São Paulo: Ed. Senac, 2008. 112p.
- OLIVEIRA, V. L. B.; REZLER, M. A. Temas contemporâneos no ensino de Biologia do ensino médio. *Revista Actascientiae*. v.8. n.1. p.95 -104. jan/jun de 2006. Disponível em <http://www.editoradaulbra.com.br/catalogo/periodicos/pdf/periodico1v8n1.pdf>. Acesso em 30 de abril de 2009.
- PEDRANCINI, V.D.; CORAZZA-NUNES, M.J.; GALUCH, M.T.B.; MOREIRA, A.L.O.R.; NUNES, W.M.C. *Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos*. *Ciência e Educação (UNESP)*, v. 14, p. 135-146, 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n1/09.pdf>>. Acesso em 30 de abril de 2009.
- PIERSON, A.; FREITAS, D. de & ZUIN, V. G. *Aspectos de ciência, educação científica e cidadania em debate a partir de uma situação sócio-científica*. 2005. Disponível em http://www.ufscar.br/cieultura/doc/aspectos_ciencia.pdf. Acesso em 30 de abril de 2009.

PRIGOGINE, Ilya. *Ciência, Razão e Paixão*. 2 ed. São Paulo: Ed. Livraria da física, 2009. 112 p.

RAMOS, Mariana Brasil ; SILVA, H. C. . Para pensar as controvérsias científicas em aulas de ciências. *ciência & ensino*, v. 1, p. 11, 2007. Disponível em <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/132/106>> Acesso em 30 de abril de 2009.

REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio científicas e prática pedagógica de jovens professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a1.htm> Acesso em 30 de abril de 2009.

RIBEIRO, W. C.; LOBATO, W.; LIBERATO, R. C. Paradigma tradicional e paradigma emergente: algumas implicações na educação. *Revista Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, vol. 12, n.1, abr.2010. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/259/260>> Acesso em 12 de julho de 2010.

RUDDIMAN, W. F. Quando os humanos começaram a alterar o clima? *Scientific American Brasil*. Ano 3. n° 35. p.58-65, abr. 2007

SADLER, T. D.; DONNELLY, L. A. Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge. *International Journal of Science Education*, v. 28, n°12, p.1463-1488, 2006.

SADLER, T.D.; FOWLER, S.R. *A Threshold Model of Content Knowledge transfer for Socioscientific Argumentation*. Wiley Interscience. 2006.

SANTOS, B. S. *A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência*. São Paulo: Cortez, 2002. 3 ed. 415 p.

SANTOS, M. E. V. M. Educação pela Ciência e educação sobre Ciência nos manuais escolares. In: ENCONTRO IBEROAMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO BÁSICA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 2004, p. 76-89.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.14, n.2, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/artigo_ID214/v14_n2_a2009.pdf> Acesso em 12 de julho de 2010. SILVA, L. F. ; CARVALHO, L. M. *A Temática Ambiental e o Processo Educativo: o ensino de Física a partir de temas controversos*.

Ciência & Ensino (UNICAMP), v. 1, p. V. especial 2007.
<<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/152/105>>
Acesso em 30 de abril de 2009.

_____. *Professores de física em formação inicial: o ensino de física, a abordagem CTS e os temas controversos*. Investigações em Ensino de Ciências, v.14, n.1,2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID211/v14_n1_a2009.pdf> Acesso em 12 de julho de 2010.

SIMONNEAUX, L. Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on na issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*. v.23, n. 9, p.903-928, 2001.

TAKAHASHI, J. A.; MARTINS, P. F. F.; QUADROS, A. L. Questões tecnológicas permeando o ensino de química: o caso dos transgênicos. *Química Nova na Escola*, v. XIV, p. 03-07, 2008. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/02-QS-1506.pdf>>. Acesso em 30 de abril de 2009.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Revista Ciência e Ensino*, v. 1, p. 1-12, 2008. Disponível em <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/155/119>. Acesso em 30 de abril de 2009.

VIGOSTSKI, L.S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 7ed. 182p.

_____. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2008. 4ed. 194p.

YIN, R. K. *Estudo de caso, planejamento e métodos*. 3ª Ed. Artmed, 2005. 212 p.

ZUIN, V.G.; FREITAS, D. A utilização de temas controversos: estudo de caso na formação inicial de licenciandos numa abordagem CTSA. *Ciência & Ensino (UNICAMP)*, v.1, n.2, 2007. Disponível em <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/136/129>> Acesso em 30 de abril de 2009.