

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**

Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro

**EDUCAÇÃO CRÍTICO-REFLEXIVA PARA UM ENSINO MÉDIO
CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO: A CONTRIBUIÇÃO DO ENFOQUE CTS PARA
O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO**

Tese de Doutorado

**Florianópolis
2005**

NILCÉIA APARECIDA MACIEL PINHEIRO

EDUCAÇÃO CRÍTICO-REFLEXIVA PARA UM ENSINO MÉDIO CIENTÍFICO-
TECNOLÓGICO: A CONTRIBUIÇÃO DO ENFOQUE CTS PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do título de Doutora em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Walter Antonio Bazzo

Florianópolis
2005



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA - CURSO DE DOUTORADO

**“EDUCAÇÃO CRÍTICO-REFLEXIVA PARA UM ENSINO MÉDIO CIENTÍFICO-
TECNOLÓGICO: A CONTRIBUIÇÃO DO ENFOQUE CTS PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO”**

Tese submetida ao Colegiado do
Curso de Doutorado em Educação
Científica e Tecnológica em
cumprimento parcial para a
obtenção do título de Doutor em
Educação Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 17/11/2005

Dr. Walter Antonio Bazzo (CTC/UFSC - Orientador)

Dra. Sonia Ana Charchut Leszczynski (PPGTE/UTFPR - Examinadora)

Dra. Helena Noronha Cury (FAMAT/PUCRS - Examinadora)

Dr. José André Peres Angotti (CED/UFSC - Examinador)

Dr. Demétrio Delizoicov Neto (CED/UFSC - Examinador)

Dr. Irlan von Linsingen (CTC/UFSC - Suplente)

Dra. Claudia Regina Flores (CED/UFSC - Suplente)


Dr. José André Peres Angotti
Coordenador do PPGECT


Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro

Florianópolis, Santa Catarina, novembro de 2005

Dedicatória

Ao meu esposo - Luiz Claudio - pelo companheiro e amigo que é. Pelo estímulo que representa em minha vida, pela compreensão, incentivo e paciência que teve diante de minhas ausências e, principalmente, pelo seu amor e dedicação, o que prova a importância de uma vida a dois.

A meus pais, Nelson e Therezinha, que estiveram sempre presentes, em todas as horas, apoiando e não medindo esforços para que meus sonhos se realizassem.

Esse trabalho não teria se concretizado senão fosse pelo apoio de vocês três. Agradeço e que Deus os abençoe sempre!

Agradecimentos

Agradeço a Deus, a quem sempre recorri nos momentos de angústia e dúvida. A certeza de que um dia chegaria ao trabalho final era renovada todos os dias por uma força que independia de mim.

Agradeço àqueles que já se foram, mas que jamais serão esquecidos, pois sei que de lá onde estão, não deixam de intervir por mim junto a Deus. Obrigada avós: Maria de Jesus, Rômulo, Josepha e João. Obrigada aos demais mentores espirituais.

Ao prof. Dr. Walter Antonio Bazzo, pela amizade, dedicação, paciência e contribuição, qualidades decisivas num orientador que ama o que faz e confia naquele que orienta.

Aos professores Dr. Méricles Thadeu Moretti e Dr. Demétrio Delizoicov, pela amizade e colaboração nas reflexões que ajudaram a culminar em vários trabalhos.

Aos professores, membros da banca, que grandes contribuições trouxeram para que este trabalho pudesse ser aprimorado.

A professora Eloiza, amiga querida, companheira que abriu as portas de sua sala de aula para que eu pudesse realizar a minha pesquisa, auxiliando-me e, muitas vezes, deixando de lado seus compromissos para que os objetivos do meu estudo pudessem ser atingidos.

Aos meus colegas do Departamento de Matemática, pela compreensão e, de modo especial, pelo apoio que me deram ao assumir meus encargos para que o desenvolvimento desse trabalho fosse possível.

Aos professores e coordenadores do curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, pelos subsídios e aconselhamentos fornecidos durante todo o curso e, principalmente, por acreditar em minhas capacidades.

Aos alunos que, generosamente, se abriram ao diálogo, partilhando comigo momentos de discussão e aprendizagem.

E, de forma especial, a meus familiares, que sempre me acolhem amorosamente, dando-me apoio e referência diante das vicissitudes e empecilhos. Sem vocês, seria inviável qualquer projeto.

RESUMO

Nesta pesquisa investiguei a possibilidade de inserção do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no conhecimento matemático do Ensino Médio, de maneira que pudesse vir a subsidiar os docentes da disciplina de Matemática frente a proposta estabelecida pela LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) e pelos PCNEMs (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio). Tal inserção se deu por meio da Educação Matemática Crítica, como forma de promover nos educandos a formação de atitudes crítico-reflexivas em termos da relação da matemática com o contexto científico-tecnológico e social. Adotei uma abordagem qualitativa para realizar a coleta de dados, por intermédio da pesquisa-ação. Os dados que nortearam a pesquisa foram coletados na UTF-PR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Ponta Grossa) junto a docentes e alunos por meio de entrevistas e também de duas intervenções em sala de aula (uma na disciplina de Princípios Tecnológicos e outra na disciplina de Matemática). Os demais dados foram obtidos pela pesquisa bibliográfica e pela análise do currículo proposto para a disciplina de Matemática. As análises crítico-reflexivas que desenvolvi junto com os alunos, em ambas as disciplinas, ocorreram por meio da resolução de problemas, realização de casos simulados, leitura de textos e apreciação de filmes que denotam as implicações que o conhecimento matemático tem exercido no contexto científico-tecnológico. Na análise dos dados e, mesmo, durante o desenvolvimento das atividades, verifiquei que era cada vez mais incisiva a percepção dos alunos em relação à influência que a matemática sofre/exerce no cotidiano. Pude perceber que eles passaram a encarar o enfoque CTS por meio da Educação Matemática Crítica como uma força que os fez despertar para o mundo, abrindo-lhes os olhos para o senso crítico, encorajando-os a irem atrás de maiores informações a respeito dos fatos. Os alunos reconheceram a sua capacidade de intervir na sociedade, de comparar, romper, escolher, formalizar ações em busca de soluções que venham a beneficiar um maior número de pessoas, percebendo a não neutralidade dos conhecimentos e seu comprometimento com as questões sociais.

Palavras-chave: Conhecimento matemático, Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Ensino Médio.

ABSTRACT

In this research I investigated the possibility of insertion of the focus STS (Science, Technology and Society) in the mathematic knowledge of Secondary Education, in such a way that it could subsidize the teaching staff of the mathematics subject to face the proposition established by the Guidelines and Bases Law of the National Education (LDB) and by National Curriculum Parameters for Secondary Education (PCNEMs). Such insertion occurred by critical mathematics education as a way to promote in the pupils the formation of critical-reflexive attitudes in terms of the relation of mathematics with the scientific-technological and social context. I adopted a qualitative approach to carry out the collecting of data, by means of a research-action. The data that guided the research was collected from UTF-PR (Federal Technological University of Paraná – Campus of Ponta Grossa) with the teachers and pupils, by means of interviews and two class interventions, one in a Technological Principles class and the other in a mathematics class. The other data were obtained from theoretical review and by analyzing the curriculum proposed by the mathematics discipline. The reflexive-critical analyses that I developed along with the students, in both subjects, occurred by means of problem solving, simulation cases, text reading and movie sessions that denote the implications that the mathematic knowledge has exerted in the scientific-technological context. In the data analyzing and even during the development of the activities, I verified that the students' perception concerning the influence that mathematics suffers/exerts in the daily life became more and more incisive. I could perceive that they started to face the STS focus by means of critical mathematics education as a strength that made them awake to the world, opening their sight to the critical sense, encouraging them to pursue more information about facts. The pupils recognized their capacity to intervene in the society, to compare, to disrupt, to choose, to elaborate actions in search of solutions that will benefit a greater number of people, becoming aware of the non-neutrality of knowledge and its commitment with social matters.

Key words: Mathematic Knowledge, Science-Technology-Society (STS), Secondary Education.

Vejo-me como um educador e minha disciplina, matemática, como um instrumento complementar para satisfazer meu comprometimento com uma ordem social mais justa e uma qualidade de vida mais dignificante para todos. Para fazer um bom uso destes instrumentos, devo experimentá-los, mas também preciso ter uma visão crítica de suas potencialidades.

Ubiratan D' Ambrosio, educador matemático

Sumário

1	Tecendo a questão	10
1.1	Buscando um caminho	11
1.2	Refletindo para indagar	14
1.3	Estrutura do estudo	22
2	O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	25
2.1	O que é CTS	29
2.1.1	Origem européia	32
2.1.2	Origem norte-americana	35
2.2	O enfoque CTS na área educacional	40
2.2.1	O enfoque CTS no Ensino Médio	49
3	A Educação Matemática Crítica: reconhecendo a importância do enfoque CTS no contexto do conhecimento matemático	56
3.1	A Educação Matemática Crítica	59
3.1.1	Resolução de Problemas	67
3.1.2	Modelagem Matemática	70
3.1.3	História da Matemática	73
3.1.4	Algumas considerações	76
4	O caminho metodológico	82
4.1	Encaminhamento metodológico	83
4.1.1	Pesquisa exploratória: os questionamentos iniciais	88
4.1.1.1	A pesquisa preliminar	89
4.1.2	A problemática	90
4.1.3	Diretriz	92
4.1.4	Desenvolvimento do plano de ação	92
4.1.5	Implementação do plano de ação	95
4.1.6	Análise dos resultados do plano de ação	96
5	Analisando a proposta	99
5.1	Os pressupostos da atual proposta	102
5.1.1	Princípios pedagógicos organizadores do currículo	107
5.1.1.1	O trabalho interdisciplinar e contextualizado	107
5.1.1.2	O currículo por competências	111
5.1.1.3	O currículo por competências no ensino de matemática	114
6	Conversando com os envolvidos	122
6.1	Conversando com os docentes	124
6.2	Conversando com os alunos	137
6.2.1	As revelações	137
7	Desenvolvimento do plano de ação: uma pré-proposta	143
7.1	Entrando em cena, porém como platéia participante: a experiência desenvolvida na disciplina de Princípios Tecnológicos	144
7.1.1	Iniciando as atividades	147

7.1.2	O viés matemático	160
7.1.3	Avaliando com os alunos	173
8	Pelos caminhos da matemática: a implementação do plano de ação	180
8.1	As atividades	182
8.2	Trabalho final	214
8.2.1	Comentários sobre os trabalhos finais	217
8.3	Avaliando com os alunos	219
9	Considerando	226
9.1	Refletindo	227
9.2	Alguns caminhos	234
9.3	Um encaminhamento para o futuro	236
	Referências	239
ANEXO 1	Histórico do CEFET-PR, atual UTF-PR	252
ANEXO 2	Resumo dos trabalhos desenvolvidos sob o enfoque CTS	256
ANEXO 3	Ciência, Técnica e Tecnologia	262
ANEXO 4	Conceitos de técnica, ciência e tecnologia	268
ANEXO 5	Menino Lobo	279
ANEXO 6	Necessidade de uma reflexão sobre ciência e tecnologia	282
ANEXO 7	O que é CTS	286
ANEXO 8	Decisão do governo – Caso simulado-Radioatividade – Turma 01	291
ANEXO 9	Decisão do governo – Caso simulado-Radioatividade – Turma 02	293
ANEXO 10	Decisão do governo – Caso simulado-Modelo Matemático	295
ANEXO 11	Planejamento da disciplina de Matemática – 2004	297

1

Tecendo a questão

“O objetivo da educação não é o de transmitir conhecimentos sempre mais numerosos ao aluno, mas o de criar nele um estado interior e profundo, uma espécie de polaridade de espírito que o oriente em um sentido definido, não apenas durante a infância, mas por toda a vida.”

Durkheim

1.1 Buscando um caminho

A indagação que me¹ fez partir para uma investigação mais aprofundada não foi algo que apareceu subitamente, como num passe de mágica. Ela resultou de um caminho que foi sendo construído desde quando decidi ser docente do conhecimento matemático. Fruto das minhas inquietações, interesses e questionamentos, tal indagação foi evoluindo, lapidando-se, reformulando-se, ganhando força com o passar do tempo. As inquietações acentuaram-se, principalmente, quando ingressei para carreira docente, assumindo aulas na graduação como professora colaboradora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, até chegar aos dias atuais como professora efetiva da UTF-PR² (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), Campus de Ponta Grossa.

Ao ingressar no curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual de Ponta Grossa, minha expectativa era grande, pois pensei que lá teria oportunidade de entrar em contato com as aplicações da matemática em nosso cotidiano. Afinal, sempre quando um colega perguntava ao professor do Ensino Fundamental e Médio *para que servia aquele conteúdo*, as respostas variavam entre *isso servirá para aprofundar seus estudos mais tarde* ou *isso servirá quando você for aprender tal conteúdo*. Meu intuito era o de conseguir ter grande parte das respostas que não tive enquanto estudante do nível fundamental e médio. Eu acreditava que o ensino superior me possibilitaria tal subsídio.

Todavia, o esperado não ocorreu. Aprendi vários outros conceitos da matemática, aprofundei alguns que já possuía; porém, o envolvimento da matemática com os assuntos sociais, culturais, científicos e tecnológicos pouco aconteceu. O que mais importava era ter o domínio do conteúdo matemático e entender que tal conteúdo era muito importante, útil para todas as áreas do conhecimento. E, principalmente, conceber a matemática como uma ciência exata, livre de erros, contradições, emoções, inquestionável, podendo ser aplicada a toda e qualquer área do conhecimento, garantindo sempre respostas corretas. Para mim, saber matemática e aplicá-la no dia-a-dia continuou a ser decorar um amontoado de fórmulas, teoremas, definições e resolver o maior número de questões possíveis. Nada diferente da concepção que eu já possuía.

¹ Ao relatar a pesquisa, utilizarei a primeira pessoa do singular quando me referir, especificamente, a experiências, atitudes e considerações particulares. A primeira pessoa do plural se fará presente nos momentos em que estiver compartilhando um pensamento coletivo com outros pesquisadores, docentes ou indivíduos.

² CEFET-PR (Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná), instituição transformada em Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTF-PR) por meio da Lei n.º 11.184 de 07 de outubro de 2005. O histórico detalhado da instituição encontra-se no ANEXO 01.

Logo que terminei o curso de Licenciatura em Matemática, voltei para a universidade na qual havia me formado, porém não mais como aluna e sim como docente do 3º. grau. As dificuldades foram imensas. A realidade era outra. Eu tinha que dar respostas para meus alunos, assim como gostaria de tê-las ouvido dos meus professores. Contudo, apesar do esforço e de horas intermináveis de estudo, pesquisa, leitura, as coisas não ocorriam conforme eu esperava. Minha inexperiência fazia com que, a meu ver, sempre ficasse algo a desejar.

Assim sendo, percebi que a formação matemática que eu havia recebido não era suficiente para lidar com os problemas que apareciam em sala de aula. Eu dominava os conteúdos matemáticos, porém, não conseguia fazer a ligação deles com o contexto no qual estávamos inseridos. O que fazer com todos aqueles conteúdos que aprendi? Faltava-me um aperfeiçoamento para conseguir tal objetivo? Por que será que os docentes do curso de Licenciatura não nos apresentaram uma matemática mais voltada para o cotidiano? Será que a eles também faltou um aperfeiçoamento profissional para conseguir avançar?

Tais questionamentos me levaram a refletir não somente sobre os conteúdos que teria que trabalhar com os alunos, mas também sobre o como trabalhar com eles. Nesse sentido, percebi a grande necessidade de buscar um maior aprofundamento na área de Educação Matemática. Porém, devido a dificuldades financeiras, não pude ingressar num Curso de Mestrado enquanto lecionava no Ensino Superior. Tive que primeiro efetivar-me em uma instituição de ensino, para depois dar prosseguimento aos estudos. Enquanto isso, as leituras e participações em eventos sobre Educação Matemática continuaram.

Com efeito, em 1996 ingressei para o quadro efetivo de docentes da UTF-PR, no qual me encontro atualmente lecionando as disciplinas voltadas para os quatro cursos Superiores de Tecnologia³, como também a Matemática do Ensino Médio. Apesar de trabalhar no 2º. e 3º. graus, minha carga horária sempre foi maior no Ensino Médio. Por essa razão, sinto-me muito mais à vontade para reconhecer, analisar e tentar compreender os problemas que o conhecimento matemático apresenta nesse nível de ensino.

Conforme retratei anteriormente, minha maior preocupação sempre esteve voltada à melhor maneira de proporcionar aos alunos um ensino-aprendizagem que permitisse a eles relacionar o conhecimento matemático com o contexto no qual estavam vivendo, além de possibilitar-lhes um ensino mais atraente e motivador. Muitas foram as tentativas: vez ou outra, por meio de um determinado problema, eu inseria em minhas aulas a Modelagem Matemática ou um texto sobre a História da Matemática. Contudo, por falta de subsídios

³ Cursos Superiores de Tecnologia em: Mecânica, Alimentos, Eletrônica e Informática.

epistemológicos eu não me sentia satisfeita com as estratégias que estava utilizando. Faltava-me ainda alguma coisa.

Com a aprovação da atual LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) e dos PCNEMs (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio), percebi que algo inovador estava se propondo para o ensino-aprendizagem, principalmente, para o Ensino Médio. Em tal proposta vieram expostos os objetivos para cada uma das áreas de conhecimento, ressaltando-se a necessidade de promover novos enfoques que possam levar o educando a adquirir competências que o tornem cidadão crítico e reflexivo de uma sociedade científico-tecnológica como a nossa. Também se ressalta a necessidade de despertar o aluno para a importância de exigir sua participação nas decisões que envolvem interesses comuns.

No entanto, mesmo de posse dos pressupostos da LDB e dos PCNEMs, a dificuldade em implantar a proposta em sala de aula era grande. Sempre me vinha a seguinte questão: como aplicar na prática de sala de aula os pressupostos da proposta? Pelas leituras feitas e eventos dos quais participava, era cada vez mais reforçada a idéia de que o proposto pela LDB, explícito através dos PCNEMs, era algo consistente e necessário para se levar para sala de aula. Mas como seria possível efetivar esses pressupostos?

Em meio a tais preocupações, tive a oportunidade de ingressar no Programa de Mestrado em Tecnologia, na UTF-PR, tendo como área de concentração a Educação Tecnológica. Nesse programa consegui aprofundar meus estudos, principalmente no que se referia à compreensão que os docentes de Matemática das escolas públicas de Ensino Médio de Ponta Grossa estavam tendo da atual LDB e dos PCNEMs e como eles estavam conseguindo aplicar tal proposta no ensino-aprendizagem da matemática. Minha intenção era a de, ao conversar com os docentes de outras escolas, conseguir subsídios até para poder implantar uma nova abordagem na UTF-PR, tendo em vista os pressupostos da proposta educacional. Todavia, para minha surpresa, a grande dificuldade dos docentes também estava em *encontrar estratégias de ensino dentro da Educação Matemática que pudessem subsidiar o conteúdo da proposta contida nos PCNEMs*.

Nesse sentido, tal estudo veio corroborar as reais dificuldades que eu possuía. Os docentes da área de Matemática também não conseguiam efetivar estratégias para o ensino-aprendizagem da matemática que configurasse no estabelecido pela proposta educacional. Percebi, então, que a questão estava muito além de se propor novas práticas para o ensino-aprendizagem da matemática. Era necessária uma formação profissional que se voltasse para tais questões.

Em busca dessa formação profissional tive a oportunidade de conhecer o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, cujo objetivo e estrutura curricular vieram ao encontro das dificuldades que eu vinha tendo com o ensino-aprendizagem de matemática. Em termos gerais, tal programa visa a:

Desenvolver atividades de ensino e pesquisa sobre a relação entre educação e ciência, especificamente sobre a compreensão do processo ensino-aprendizagem, ou seja, o domínio das estruturas de pensamento exigido pela ciência e pela tecnologia, e sua inserção na sociedade brasileira para, à luz desse, promover um ensino mais adequado. (PROGRAMA...,2005).

Dentro do referido programa, tive a possibilidade de cursar, entre outras, a disciplina de Ciência, Tecnologia e Sociedade, na qual, por meio dos debates, leituras e atividades desenvolvidas pude vislumbrar um possível caminho que pudesse trazer para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático um acréscimo, vindo a contribuir na efetivação da proposta exposta nos PCNEMs, por meio do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

Tal enfoque me fez conceber o conhecimento matemático de uma outra forma, abrindo caminhos para uma postura epistemológica muito diferente daquela que eu possuía até então.

1.2 Refletindo para indagar

O conhecimento matemático é algo que foi construído historicamente pela humanidade, tornando-se uma ciência que influencia fortemente na vida do ser humano, em suas relações com a sociedade, contribuindo na legitimação do sujeito enquanto cidadão.

A história da matemática acompanha a humanidade desde os primórdios tempos, auxiliando o homem a resolver problemas, construir modelos, estabelecer associações, relações e quantificações entre os conhecimentos, longe de ser apenas uma ferramenta que auxilia as demais ciências ou um amontoado de fórmulas e regras, as quais devem ser dominadas pelo estudante para ter sucesso profissionalmente. A matemática se constitui em conhecimento que pode nos auxiliar na compreensão do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, sendo, muitas vezes, a balizadora e responsável pelas tomadas de decisões em torno de vários fenômenos científico-tecnológicos.

Com efeito, sabe-se que a grande maioria das estimativas e previsões que ocorrem em torno dos estudos científico-tecnológicos são efetuadas segundo uma base matemática. Acredita-se que, por intermédio dela, pode-se dar uma melhor garantia em uma decisão

tomada. De acordo com Postman (1994), o grande objetivo do pensamento humano é a eficiência, objetivo esse que, dentro das perspectivas científico-tecnológicas, é obtido por meio do cálculo matemático. Logo, na maioria das vezes, a eficiência opõe-se ao julgamento humano que, segundo o autor, não é confiável, uma vez que carece de exatidão e está repleto de ambigüidades. Portanto, a subjetividade é, muitas vezes, um obstáculo ao pensamento claro: o que não pode ser medido, ou não existe ou não tem valor.

Um exemplo clássico de como a matemática pode interferir em nosso cotidiano, ajudando a formatá-lo e, de certa forma, contribuindo na manipulação das decisões, pode ser constatada na época das eleições. Um político interessado em angariar votos, utilizando o poder da persuasão numérica, poderá justificar em base numérica que está na frente dos demais candidatos, induzindo as pessoas a votarem nele. Assim, poderá ele dizer que tem 80% de aprovação contra 20% de reprovação dos eleitores, escondendo que fez apenas cinco entrevistas e que obteve quatro votos a favor e um contra. Esse exemplo reforça a idéia de que se pode manipular os dados e mascarar as notícias, de acordo com o lado que queremos privilegiar. Dessa forma, quem não estiver atento a tais detalhes poderá ser enganado.

Temos a tendência em acreditar na matemática, sem, porém, questionar, porque desde muito jovens, aprendemos a confiar sem qualquer distinção em dados numéricos. A prova numérica nos confere a exatidão, o que nos faz crer que os números sempre estão a dizer a verdade. Muito dificilmente contestamos a resposta de uma equação, de um problema matemático que estudamos na escola. A resposta era e continua sendo até hoje considerada única. Todos temos que chegar ao mesmo resultado sem questionamentos. Mas será que os pressupostos da matemática podem ser utilizadas em todos os ramos da atividade humana? Ou seja, todas as áreas podem ser quantificadas? São respostas definitivas?

Esse crer na matemática, sem um questionamento, ou seja, sem um pensar crítico-reflexivo⁴, poderá nos levar a tomada de decisões equivocadas. A matemática, aliada à ciência e à tecnologia, poderá contribuir na criação de formas de manipular a maneira como as pessoas percebem a realidade, percepção essa que é condição essencial para a compreensão das diversas formas de convívio social, político e econômico.

Imaginemos as contradições que podemos ter na construção de modelos matemáticos para estudar um fenômeno de nossa realidade. Barbosa (2001) cita um exemplo interessante, quando comenta as divergências ocorridas em meados de 1999/2000, entre o Governo Federal

⁴ Estarei utilizando o termo crítico-reflexivo no sentido de um contínuo avaliar de crenças, costumes, concepções, princípios, frente às informações e conhecimentos que nos chegam das várias instâncias que constituem o entorno científico-tecnológico e social.

e o Movimento dos Sem-Terra, tendo como foco um estudo de modelos matemáticos. O autor comenta que o governo estava incluindo grileiros no cômputo dos assentados, enquanto o MST não contava com eles. Ambos utilizavam modelos matemáticos como argumento de seus discursos; entretanto, os pressupostos de cada um deles vinham da compreensão que tinham do real, envolvendo os interesses de cada uma das partes que construíram o modelo. Assim, enquanto o governo queria apresentar dados que contassem a seu favor na sociedade, o MST argumentava que as terras já estavam distribuídas e que o processo era apenas de legalização. Portanto, podemos afirmar que os modelos matemáticos são também instrumentos de argumentação e poder, servindo ao papel de persuasão política.

Esse fato se dá porque, na maioria das vezes, não nos damos conta da forma como as informações numéricas estão invadindo nossas vidas. Não percebemos que riscos para a saúde, devastação do meio ambiente, preconceitos e propagandas enganosas estão agindo por detrás de textos, tabelas e gráficos bem elaborados. De acordo com Paulos (1995), a maioria das pessoas, frente à avalanche de informações numéricas a que está exposta, reage de cinco formas características: ignora o que vê por completo; reage em termos emocionais; aceita alegremente; desacredita em termos de espírito pouco aberto; ou interpreta mal seu significado. Poucas pessoas fazem uma leitura crítica daquilo que lhes é apresentado, ainda mais se tiver o conhecido argumento: comprovado matematicamente.

Frente a tais questões é de grande relevância que possamos despertar da letargia criativa e crítica em que, por vezes, nos encontramos, para contribuir com alternativas que possam levar as pessoas a desenvolverem seu senso avaliativo diante dos assuntos que envolvem o conhecimento matemático. É preciso que haja reflexões mais críticas acerca da matemática, que possibilitem às pessoas perceber que ela é uma grande aliada da ciência e da tecnologia e que essa relação pode trazer implicações no contexto social. É imprescindível que as pessoas não apenas aceitem o conteúdo numérico, mas, sobretudo, que estejam sempre atentas para os impactos que ele tem para sociedade. Nesse enfoque, cito o contexto da educação como um dos principais meios para que essas reflexões comecem a acontecer.

Um dos papéis mais importantes a ser desenvolvido pela escola e seus elementos é o de proporcionar uma alfabetização contínua. Uma alfabetização que possa habilitar o aluno a compreender a realidade ao seu redor, no sentido natural e social, participando de forma avaliativa e consciente dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual está inserido. E, para isso, acredito que novos enfoques tenham que ser dados para o trabalho em sala de aula. É primordial, para a população em geral, que a escola possa fornecer base sólida para

que a construção dos conhecimentos seja cada vez mais reflexiva, numa sociedade em contínua transformação.

Concebendo a necessidade de a escola acompanhar tais transformações, os PCNs destacam – tanto para o Ensino Médio como para o Ensino Fundamental – que na atual sociedade, onde as necessidades sociais, culturais e profissionais ganham novos contornos, todas as áreas requerem alguma competência em matemática. Dessa forma, a proposta educacional ressalta a importância de se compreender conceitos e procedimentos matemáticos, tanto para tirar conclusões e fazer argumentações, quanto para o cidadão agir como consumidor prudente ou tomar decisões em sua vida profissional, pessoal e coletiva.

A matemática se mostra como conhecimento que contribui para o desenvolvimento de processos de pensamento, raciocínio e aquisição de atitude, cuja utilidade e alcance transcendem o âmbito do próprio conhecimento. Isso vem favorecer ao aluno a capacidade de resolver problemas, gerando nele hábitos de investigação, proporcionando-lhe confiança e desprendimento para analisar e enfrentar situações novas, bem como propiciando-lhe a formação de uma visão ampla da realidade.

Como ciência e linguagem, a matemática é considerada no Ensino Médio como um saber construído socialmente, que permite o estabelecimento de relações com as demais ciências, a tecnologia e a própria sociedade. Ressalta-se que as formas de pensar dessa ciência possibilitam ir além da descrição da realidade e da elaboração de modelos, levando o aluno a perceber que por meio da matemática é possível organizar-se a realidade quantitativamente.

Portanto, no Ensino Médio espera-se que o conhecimento matemático aprendido não fique indissolúvelmente vinculado a um contexto único, mas que seja generalizado, transferido a outros contextos. Pretende-se abordar a Matemática de forma a promover o desenvolvimento e a aquisição de competências e habilidades necessárias para que o aluno, como cidadão, venha integrar-se à sociedade, modificando a realidade social e contribuindo para as transformações que nela se fizerem necessárias.

Diante do que os PCNEMs destacam, podemos perceber que ao conhecimento matemático no Ensino Médio não cabe apenas fornecer informações atualizadas sobre questões de ciência e tecnologia para que os alunos possam participar da vida em sociedade. É necessário desenvolver no aluno a capacidade de tomar decisões com atitudes e valores fundamentados em favor de um desenvolvimento social mais justo.

Nesse sentido, uma das concepções que encontra destaque nos PCNEMs e deve ser estendida a todos os conhecimentos presentes no Ensino Médio é a de cidadania⁵. Propõe-se uma educação comprometida com o contexto social, de forma que conteúdos sejam utilizados como instrumentos para a reflexão e para a transformação da vida de cada indivíduo, desenvolvendo habilidades que possibilitem sua participação efetiva na sociedade. Dessa forma, a educação deve estar voltada às questões sociais, que precisam ser trazidas para a sala de aula de forma a proporcionar uma reflexão conjunta com os alunos. Assim, a proposta para os conhecimentos do Ensino Médio é de:

[...] assegurar uma educação de base científica e tecnológica, na qual conceito, aplicação e solução de problemas concretos são combinados com uma revisão dos componentes sócio-culturais orientados por uma visão epistemológica que concilie humanismo e tecnologia ou humanismo numa sociedade tecnológica. (BRASIL, 1999b, p. 39).

Na afirmação acima, podemos perceber que, de forma implícita, nela está presente a competência crítica, reflexiva e questionadora, que deverá ser desenvolvida tendo em vista a formação de cidadãos que tenham uma leitura questionadora do mundo para resolver os problemas presentes em seu meio. Dessa forma, deve também o conhecimento matemático contribuir na formação de uma competência crítica e reflexiva que possa levar o aluno a entender o papel da matemática em nossa sociedade, em suas relações com o contexto científico-tecnológico.

Devemos ultrapassar a imagem, ainda presente na escola, de que a matemática se resume em acumular as informações que o professor e a sociedade consideram indispensáveis, pois, da forma como esse processo tende a ser desenvolvido, o saber é concebido como algo pronto e acabado, havendo um tratamento a-histórico e estático, no qual o aluno apropria-se do entendimento de suas relações, recebe passivamente informações e não participa de sua construção. Concebe-se o conhecimento como algo passível de acumulação, do qual se toma posse. O senso crítico dificilmente é aguçado na tomada de decisões, na criação de estratégias e recursos de resolução dos problemas que envolvam ciência e tecnologia em conjunto com a sociedade. Trabalha-se normalmente ciência e tecnologia, sem a devida ligação que cada um dos conhecimentos possui com tais entes.

Nesse contexto, tentando buscar novos caminhos para o ensino-aprendizagem da matemática, de maneira que esse conhecimento possa cumprir o papel que a ele se propõe nos

⁵ No decorrer de meu estudo estarei utilizando o conceito de cidadania como a capacidade crítico-reflexiva de o cidadão exercer seus direitos e deveres por meio de debates, julgamentos, tomadas de decisões necessárias, sempre voltadas para a coletividade.

PCNEMs, situo minha análise em uma visão que vem ao encontro dos objetivos do Ensino Médio. Essa visão tem se manifestado desde 1970, tendo sido base para construir os currículos em vários países, em especial os de ciências, dando prioridade a uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social. Esses estudos originaram-se há mais de três décadas, a partir de correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência. Seu caráter interdisciplinar tem abrangido, além dos currículos de ciências, as disciplinas das ciências sociais e humanidades, entre elas a filosofia, história da ciência e economia.

Tal visão recebe o nome de enfoque CTS, que pode ser entendido como [...] *uma área de estudos onde a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia tendo em vista suas relações, conseqüências e respostas sociais.* (BAZZO e COLOMBO, 2001, p. 93). Além disso, visa também ressaltar a importância social da ciência e da tecnologia, de forma a enfatizar a necessidade de avaliações críticas e análises reflexivas sobre a relação científico-tecnológica e a sociedade.

Mesmo que a origem do enfoque CTS não tenha sido no contexto educacional, vários são os trabalhos que têm sido desenvolvidos nessa área, tanto na formação dos alunos quanto dos professores. No Brasil, podemos citar os estudos de Bazzo (1998); Mion, Angotti e Bastos (1999); Bazzo e Colombo (2001); Bazzo e Cury (2001); Cruz (2001); Auler (2002); Santos e Schnetzler (2003); Koepsel (2003), Pinheiro e Bazzo (2004)⁶, entre outros, não obstante a grande maioria desses trabalhos ainda se encontra restrito ao ensino de ciências (biologia, física e química), tanto em nível fundamental, quanto em nível médio.

Contudo, o que verifiquei na literatura sobre tal campo de estudo é que pela abrangência e epistemologia que possui, o enfoque CTS torna-se necessário a todas as áreas de conhecimento, em qualquer nível de ensino, pois refletir, criticar e entender a contribuição de cada conhecimento dentro da sociedade torna-se tarefa necessária a todas as áreas, o que vem ao encontro dos objetivos constantes na proposta dos PCNEMs.

Os objetivos de cada uma das áreas que compõem o Ensino Médio caminham em direção a um grande objetivo geral, que acredito ser a já mencionada promoção de uma alfabetização em ciência e tecnologia, interligada ao contexto social (enfoque CTS). Tal alfabetização, destacada nos PCNEMs, visa a capacitar o cidadão a participar do processo democrático de tomada de decisões, promovendo a ação cidadã encaminhada à solução de

⁶ O resumo do conteúdo de cada um desses trabalhos encontra-se no ANEXO 2. Contudo, o resumo de vários outros pode ser encontrado em: MIRANDA, Gilmar Coan. **Análise da produção sobre o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, apresentada nos encontros de pesquisa em ensino de física (1988-2000) e encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências (1997-1999).** Monografia – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 133 p.

problemas relacionados à sociedade na qual ele está inserido. Assim, precisamos deixar claro ao nosso aluno que não só a Biologia, a Geografia, a Química, a Sociologia são importantes para a interpretação do mundo. Também a Física, as Linguagens, a Matemática precisam caminhar juntas, mostrando que cada uma tem seu grau de responsabilidade social.

Como docente da área de Matemática, na busca de subsídios para o ensino-aprendizagem de tal conhecimento, acredito que o enfoque CTS possa contribuir não só para entender o desenvolvimento desse saber, como também para quebrar a concepção tradicional e positivista do ensino.

Ao inserir o enfoque CTS no ensino de matemática, os alunos poderão passar a compreendê-la como ciência, que contribui na produção de novas tecnologias e, conseqüentemente que exerce e sofre influências da sociedade. Conforme comentei no início do capítulo, muitas decisões de várias ordens sociais são tomadas com base na quantificação. Todavia, em sala de aula, essas questões dificilmente são colocadas. Skovsmose (2001a) comenta que quando estabelecemos uma relação entre Educação Matemática e tecnologia, esta é entendida, pela maioria das pessoas, como a utilização de artefatos tecnológicos em sala de aula. Ou seja, a interpretação mais próxima que se dá para a tecnologia na Educação Matemática é o uso de equipamentos que possam tornar o ensino da matemática mais eficiente e atrativo para os alunos. É urgente que possamos refletir sobre essa relação que se concebe entre o conhecimento matemático, ciência, tecnologia e sociedade. A matemática não se utiliza somente da tecnologia; ela gera ciência e tecnologia e interfere no contexto social. Penso que seja necessário desmitificar a matemática, para que ela não seja considerada um mero instrumento de cálculo para os outros conhecimentos, irrelevando a sua responsabilidade no contexto social. Por meio do enfoque CTS, poder-se-á ressaltar aos alunos que não basta conhecer as origens do conhecimento matemático e suas influências sobre a sociedade. Nossos alunos precisam discutir essas influências e posicionarem-se frente às informações que recebem.

É nesse cenário que surge o foco da atenção deste estudo, indicado a seguir.

O questionamento

Apesar de a maioria dos docentes reconhecer a relação que a matemática possui com o contexto científico-tecnológico e social e de os PCNEMs destacarem a importância de se estabelecer essa relação no processo de ensino-aprendizagem, tal fundamento parece não estar sendo incorporado em sala de aula. Os docentes da área de Matemática sentem-se pouco

seguros em promover a referida relação em sala de aula e, assim, vários questionamentos surgem no cenário escolar: o que seria necessário para que tal relação acontecesse, efetivamente? Que estratégias seriam possíveis de viabilização, no sentido de concretizar essa relação da matemática com a ciência e a tecnologia? Que tendências da Educação Matemática poderiam nos dar subsídios para isso? Dentro de qual enfoque essas questões poderiam ser encaixadas?

Diante de tais inquietações, meu problema de pesquisa apresenta-se como uma indagação, enunciada abaixo.

A indagação

❖ Como possibilitar, na Educação Matemática, a formação de atitudes crítico-reflexivas de análise, avaliação e tomada de decisões em relação à ciência e à tecnologia, de modo a elucidar o comprometimento do conhecimento matemático, em conjunto com os demais conhecimentos para com o contexto social?

Dada essa indagação, formulei a diretriz explicitada a seguir.

A diretriz

❖ Ao desenvolvermos, no ensino-aprendizagem de matemática, estratégias voltadas para o enfoque CTS, estamos contribuindo para a formação de atitudes crítico-reflexivas em relação à ciência e à tecnologia, permitindo aos alunos elucidar o comprometimento do conhecimento matemático para com o contexto social.

Com base nessa diretriz, tracei os objetivos que passo a indicar.

Objetivo Geral

❖ Propor e analisar estratégias de ensino-aprendizagem na Educação Matemática que possibilitem a formação de atitudes crítico-reflexivas em relação à ciência e à tecnologia, de modo a elucidar o comprometimento do conhecimento matemático, juntamente com os demais conhecimentos, para com o contexto social.

Objetivos Específicos

❖ Analisar se a proposta curricular prevista para o ensino-aprendizagem da matemática do Ensino Médio da UTF-PR está condizente com os pressupostos estabelecidos pela LDB e pelos PCNEMs.

❖ Verificar junto aos docentes de Matemática da UTF-PR, Campus de Ponta Grossa, quais as dificuldades que eles têm para pôr em prática os objetivos propostos nos PCNEMs para o ensino-aprendizagem dessa disciplina, ao relacioná-la com o contexto científico-tecnológico e social.

❖ Investigar junto aos alunos da 1ª. série do Ensino Médio da UTF-PR, Campus de Ponta Grossa, quais as suas dificuldades e considerações acerca do conhecimento matemático.

❖ Promover, na disciplina de Princípios Tecnológicos, uma reorganização metodológica que venha possibilitar um trabalho conjunto com os conhecimentos presentes no Ensino Médio, destacando o conhecimento matemático, de forma a contribuir para uma formação questionadora e reflexiva dos saberes científicos e tecnológicos, em conjunto com o contexto social.

❖ Desenvolver, na disciplina de Matemática, estratégias de ensino-aprendizagem que possibilitem destacar o comprometimento desse conhecimento para com assuntos que envolvam a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Para alcançar esses objetivos, optei pela pesquisa qualitativa, que se desenvolveu por meio dos pressupostos da pesquisa-ação. Fiz uso, em alguns momentos, do questionário, da entrevista semi-estruturada, das análises escritas e anotações, para coleta de dados. Escolhi como campo de estudo a UTF-PR, Campus de Ponta Grossa, tendo como população pesquisada os professores da disciplina de Matemática, os alunos da disciplina de Princípios Tecnológicos (2º. ano do Ensino Médio) e os alunos da disciplina de Matemática (1º. ano do Ensino Médio).

1.3 Estrutura do estudo

Com vistas aos objetivos e metodologia estabelecidos, procurei estruturar o trabalho dentro de nove capítulos assim dispostos: neste primeiro capítulo, teço considerações sobre minha preocupação inicial – ou seja, a indagação e inquietações que me fizeram partir para a pesquisa ora relatada – até chegar ao problema do estudo, à diretriz por ele desencadeada e aos objetivos que visava a atingir com a investigação.

No segundo capítulo, apresento uma visão do que seja o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) de forma geral, que tipo de concepção estabelece, suscitando as características do modelo europeu e americano e sua importância para o contexto educacional. Para reforçar, cito alguns trabalhos que vêm sendo desenvolvidos nesse campo,

principalmente no Brasil, bem como realço sua importância no Ensino Médio, uma vez que os objetivos desse grau de ensino, tanto no que se propõe na LDB como nos PCNEMs, vem ao encontro do que se estabelece na perspectiva CTS.

No terceiro capítulo, ressalto a importância do conhecimento matemático na construção das ciências e na tecnologia, e evidencio sua importância para a sociedade. Nesse sentido, ressalvo a relevância de se incluir no ensino-aprendizagem da matemática as questões que cercam tal conhecimento em nossa vida cotidiana, indo na direção de uma Educação Matemática Crítica. Procuro destacar, também, que esse movimento da Educação Matemática tem em seus objetivos pontos em comum ao enfoque CTS, o que torna a união desses dois movimentos uma oportunidade ímpar de se criarem novas estratégias de ensino para a matemática. Ressalvo ainda que, para se poder efetivar um possível encontro entre o enfoque CTS e Educação Matemática Crítica, faz-se necessário resgatar algumas tendências do ensino de matemática, a fim de concretizar tais objetivos. Para tanto, suscito a utilização da Resolução de Problemas, da Modelagem Matemática e da História da Matemática, como tendências que poderão contribuir para tal encaminhamento.

O quarto capítulo é destinado a descrever os caminhos que percorri para a realização do estudo. Nele apresento o método de estudo, o qual me ajudou a determinar as fases a serem seguidas no trabalho, servindo-me de guia durante toda a trajetória do estudo que desenvolvi.

No quinto capítulo destaco o suporte pedagógico da LDB explicitado através dos PCNEMs, que possui como via de efetivação o currículo por competências. Com base em tais pressupostos, realizei uma análise no currículo de Matemática do Ensino Médio da UTF-PR, com o objetivo de verificar se tal documento está condizente com a proposta vigente na LDB e nos PCNEMs e se deixa flexibilidade para introdução de novas estratégias para o ensino-aprendizagem.

No sexto capítulo, já de posse da análise realizada no currículo de matemática, verifiquei junto aos docentes de Matemática da já referida instituição suas compreensões sobre como o conhecimento matemático poderia ser trabalhado em sala de aula, com vistas a efetivar a mencionada proposta educacional, no que se refere ao relacionamento da matemática com o contexto científico-tecnológico e social. Procurei, também, sondar quais as inquietações, dificuldades e propostas que os alunos possuem acerca do conhecimento matemático, por considerar que são também eles atores do processo ensino-aprendizagem.

O sétimo capítulo contempla o desenvolvimento do plano de ação, por meio de uma pré-proposta, tendo em vista a aplicação do enfoque CTS. Nele apresento o trabalho aplicado

na disciplina de Princípios Tecnológicos⁷, relatando desde o questionário inicial – que teve como finalidade uma sondagem dos conceitos sobre ciência, tecnologia e sociedade, bem como suas relações, passando pelas atividades desenvolvidas durante o ano letivo de 2003, incluindo o viés matemático – até chegar à avaliação que os alunos fizeram em relação às estratégias que envolveram o enfoque CTS.

No oitavo capítulo, apresento a implementação do plano de ação que foi desenvolvido na disciplina de Matemática, durante o ano letivo de 2004. Nele relato todas as atividades que foram aplicadas sob os pressupostos do enfoque CTS e apresento a viabilidade de inserir um trabalho que venha a unir esse enfoque à Educação Matemática Crítica, subsidiada pelas tendências da Resolução de Problemas, da Modelagem Matemática e da História da Matemática.

O nono e último capítulo contempla minhas considerações finais acerca do estudo, mostrando as comparações, limitações e dificuldades nele encontradas. Além disso, procuro também nessas considerações destacar alguns pontos inconclusos de tal estudo, as quais poderão ser objetos de estudo de pesquisas futuras.

⁷ O conteúdo e objetivo de tal disciplina serão explicitados no quarto capítulo, o qual descreve a metodologia do estudo desenvolvido.

2

O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

“ Não existe nada mais fatal para o pensamento que o ensino das respostas certas. Para isto existem as escolas: não para ensinar as respostas, mas para ensinar as perguntas. As respostas nos permitem andar sobre a terra firme. Mas somente as perguntas nos permitem entrar pelo mar desconhecido.”

Rubem Alves

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político e social. É comum considerarmos a ciência e a tecnologia como motores do progresso que proporcionam não só o desenvolvimento do saber humano, mas também uma evolução para o homem. Vistas dessa forma, subentende-se que ambas trarão somente benefícios à humanidade. Porém, confiar excessivamente na ciência e na tecnologia e identificá-las com seus produtos pode ser perigoso, pois isso supõe um distanciamento delas em relação às questões com que se envolvem. Nem tudo que se pode fazer (tecnicamente), deve-se fazer (moralmente). Por outro lado, as finalidades e interesses sociais, políticos, militares e econômicos que resultam no impulso dos usos de novas tecnologias são também os que implicam enormes riscos, porquanto o desenvolvimento científico-tecnológico e seus produtos não são independentes de seus interesses. Reforçando os comentários acima, Bazzo (1998, p. 142) destaca que:

É inegável a contribuição que a ciência e a tecnologia trouxeram nos últimos anos. Porém, apesar desta constatação, não podemos confiar excessivamente nelas, tornando-nos cegos pelo conforto que nos proporcionam cotidianamente seus aparatos e dispositivos técnicos. Isso pode resultar perigoso porque, nesta anestesia que o deslumbramento da modernidade tecnológica nos oferece, podemos nos esquecer que a ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas.

Apesar de os meios de comunicação estarem disseminando os pontos preocupantes do desenvolvimento científico-tecnológico – como a produção de alimentos transgênicos, as possibilidades de problemas na construção de usinas nucleares, o tratamento ainda precário do lixo e outros – muitos cidadãos ainda têm dificuldades em perceber porque se está comentando sobre tais assuntos e em que eles poderiam causar problemas, a curto ou longo prazo. Mal sabem as pessoas que, por detrás de grandes promessas de avanços tecnológicos, podem esconderem-se lucros e interesses das classes dominantes. Estas impõem seus interesses persuadindo, muitas vezes, as classes menos favorecidas, cujas necessidades deixam de ser atendidas.

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham atingir o meio onde vive. É necessário que a sociedade em geral comece a questionar os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre o seu entorno e consiga perceber que, muitas vezes, certas atitudes não atendem a

maioria, mas sim aos interesses da classe dominante. A esse respeito, Bazzo (1998, p. 34) comenta:

O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques – a ciência e a tecnologia, com suas implicações e conseqüências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos.

Precisamos constantemente considerar que somos atores sociais. Uns diretamente afetados pelas possíveis conseqüências da implantação de uma determinada tecnologia e que não podem evitar seu impacto; outros são os próprios consumidores de produtos tecnológicos, que representam um coletivo que pode protestar pela regulação e uso das tecnologias; outros, ainda, constituem o público interessado, pessoas conscientes que vêm nas tecnologias um ataque a seus princípios ideológicos, como os ecologistas e várias ONGs; e também os estudiosos de vários segmentos, que têm condições de avaliar os riscos da área de conhecimento que dominam. Em suma, todos somos capazes de avaliar e tomar decisões.

Cada cidadão tem pontos de vista e posturas sobre as questões científico-tecnológicas que, muitas vezes, vão de encontro aos objetivos que elas apresentam. Por isso, vejo que uma adequada participação na tomada de decisões que envolvem a ciência e tecnologia deve passar por uma negociação. As pessoas precisam ter acesso à ciência e à tecnologia não somente no sentido de entender e utilizar os artefatos e *mentefatos* (grifo da autora)⁸ como produtos ou conhecimentos, mas também de opinar sobre o uso desses produtos, percebendo que não são neutros, nem definitivos, tampouco absolutos. Bazzo (1998, p.114) complementa essa idéia, comentando que:

É preciso que possamos retirar a ciência e a tecnologia de seus pedestais inabaláveis da investigação desinteressada da verdade e dos resultados generosos para o progresso humano. [...] Devemos ter cuidado para não produzir o que poderíamos chamar de ‘vulgarização científica’, o que, longe de reduzir a alienação do homem com relação à ciência e à tecnologia, contribuiria, na realidade, para aumentá-la, fornecendo a ilusão, perigosa, de ter compreendido o princípio sem entrar na essência da atividade da ciência contemporânea: sua complexidade, sua coerência e seu esforço.

Sendo assim, precisamos de uma imagem de ciência e de tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como um produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Deve ser analisado seu

⁸ Silogismo utilizado por Ubiratan D’ Ambrósio em sua obra *Da Realidade à ação: reflexões sobre a Educação Matemática* (1986), para expressar idéias tais como religião, valores, filosofias, ideologias e ciência como manifestações do saber, que se incorporam à realidade. [...] São os artefatos e mentefatos que resultam da ação, e que ao se incorporarem à realidade, vêm modificá-la. Aí se situa a tecnologia, como síntese de artefatos e mentefatos.

contexto histórico e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva nas mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e com os outros. Tal contexto, resultante de uma construção histórica, carregado de controvérsias e negociações, precisa ser assim compreendido, para que possa garantir a participação pública e democrática dos cidadãos nas decisões.

Para que essas discussões e participações públicas possam se tornar efetivas é necessário que os cidadãos exijam seus direitos de vez e voz. Deve haver uma igualdade, permitindo-se a participação direta dos cidadãos e não somente especialistas ou autoridades públicas. É preciso exigir uma transparência na transmissão da informação, da disponibilidade de tempo e meios para participar das discussões, bem como a igualdade de tratamento de opiniões. As propostas deverão ter um caráter efetivo e ativo, podendo influenciar realmente no assunto em debate, permitindo ao público envolver-se nos problemas e não unicamente na decisão final, que poderia já estar planejada.

As afirmativas acima somente serão possíveis se tivermos um público formado na compreensão do funcionamento da tecnociência, que perceba que o debate e a negociação são métodos que permitem a resolução de conflitos que envolvam o interesse da sociedade, podendo contribuir com o desafio de viver em uma sociedade voltada para a democracia.

Algumas atitudes já começaram a ser tomadas nesse sentido, envolvendo discussões, questionamentos e críticas em torno do desenvolvimento científico-tecnológico. Uma delas vem ganhando corpo em vários setores de nossa sociedade, sendo conhecida pela sigla CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Os pressupostos do movimento CTS têm se ampliado em toda nossa sociedade e, principalmente, vêm ganhando cada vez mais adeptos na área educacional.

O movimento CTS surgiu por volta de 1970 e trouxe como um de seus lemas a necessidade do cidadão de conhecer os direitos e obrigações de cada um, de pensar por si próprio e ter uma visão crítica da sociedade onde vive, especialmente a disposição de transformar a realidade para melhor. Apesar de esse movimento não ter sua origem no contexto educacional, as reflexões nessa área vêm aumentando significativamente, por entender que a escola é um espaço propício para que as mudanças comecem a acontecer.

Portanto, torna-se pertinente neste capítulo rever a origem do movimento CTS, em suas duas principais correntes – a européia e a norte-americana – buscando-se entender os motivos que o fizeram surgir. Logo venho ressaltar a sua importância como impulsionador de questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social e, em

especial, destacar sua relevância no campo educacional, considerando tratar-se do principal foco da presente pesquisa.

2.1 O que é CTS

Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS corresponde ao estudo das inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. Baseia-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as conseqüências sociais e ambientais que poderá causar.

Anterior ao surgimento do movimento CTS, apesar de já existirem pessoas preocupadas em refletir sobre o assunto e analisar sobre o papel da ciência e da tecnologia em nossa sociedade, a ênfase maior se dava em traduzir o que significava a atividade científica. A preocupação era definir o método científico, para que se pudesse demarcar o que era ciência e o que não era. Essa visão ainda se encontra presente nos vários setores de nossa sociedade, de forma tradicional ou positivista, que define a ciência como atividade científica, cujo único fim é o desenvolvimento de conhecimentos que descubrem novas verdades. (GORDILLO et al. 2001). Esse entendimento faz com que não se levem em conta as questões históricas ou as relações entre a atividade científica e os contextos sociais em que ela se desenvolve, supondo que a ciência é neutra em relação ao contexto histórico-social.

A sociedade, em geral, tende a acreditar que quanto maior for a produção científica, maior a produção tecnológica, o que aumenta a geração de riquezas para o país e, em conseqüência, o bem-estar social. Esse tipo de concepção gera o que Cerezo et al. (2003) chamam de “modelo linear” de desenvolvimento: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social. Bazzo (1998, p. 145) complementa essa idéia, destacando que vivemos *na crença de que a ciência se traduz em tecnologia, a tecnologia modifica a indústria e a indústria regula o mercado para produzir o benefício social*. Essa posição positivista de progresso faz com que a ciência e a tecnologia sejam vistas como atividades capazes de trazer somente o bem-estar à sociedade.

De acordo com Cerezo et al. (2003), o modelo linear teve grande aceitação no período imediatamente pós- Segunda Guerra, com o clima de intenso otimismo em relação ao que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia poderiam trazer. Entre os grandes feitos científico-tecnológicos da época, podemos citar: os primeiros computadores eletrônicos; os primeiros transplantes de órgãos; o uso da energia nuclear para transporte; a pílula anticoncepcional e outros que eram vistos como uma verdadeira revolução em favor da sociedade. Entretanto, reclama-se uma maior autonomia para a ciência e tecnologia, o que culminou no relatório escrito por Vannevar Bush intitulado: *Science: the endless frontier* (Ciência: a fronteira inalcançável), no qual se estabelecia que o avanço tecnológico dependeria do desenvolvimento da ciência básica, de forma que o crescimento econômico e o progresso social viriam por consequência, o que reforça o modelo linear. Vannevar Bush foi diretor da *Office Scientific Research and Development* (Agência para Pesquisa Científica e Desenvolvimento) durante a Segunda Guerra Mundial e teve importante papel no encaminhamento do projeto Manhattan. (CEREZO et al., 2003).

Frente a esses acontecimentos, Palácios et al. (1996) comentam que a ciência e a tecnologia aparecem ocupando nesse modelo uma posição neutra, pois, segundo a visão positivista, a ciência só pode trazer o bem-estar à sociedade, uma vez que gera mais tecnologia, gera riqueza e assim sucessivamente. Essa visão ainda ocupa espaço tanto no mundo acadêmico como nos meios de divulgação. (CEREZO et al., 2003).

Outra observação que podemos fazer em relação ao modelo linear é que a tecnologia aparece como uma aplicação da ciência e, dessa forma, qualquer estudo ou consideração que se faça em relação à ciência, faz-se também acerca da tecnologia, como é o caso da neutralidade. De acordo com Tuñón et al. (2001), a neutralidade atribuída à ciência e à tecnologia, pode ser classificada como: a) neutralidade ontológica – ciência e tecnologia não modificam o mundo, deixam as coisas como estão; b) neutralidade gnosiológica – as ciências são objetivas e compatíveis entre si, sem conflitos entre os conteúdos; c) neutralidade axiológica – os conhecimentos científicos e tecnológicos estão livres de valores e isentos de deformações ideológicas.

Bazzo (1998) comenta que os anos de 1960 e 1970 foram períodos em que o desenvolvimento científico-tecnológico conseguiu passar de um extremo ao outro, indo do milagre à destruição. Cerezo et al. (2003) confirmam essa posição, ao ressaltar que apesar do otimismo tão prometido no modelo linear, a ciência e a tecnologia começam a entrar em decadência devido aos sucessivos desastres que vinham acontecendo, entre os quais estão os resíduos contaminantes, os acidentes nucleares e a bomba atômica.

De acordo com Garcia et al. (1996), podemos identificar três períodos importantes que caracterizaram a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Um primeiro período se caracterizou pelo otimismo frente aos grandes feitos apresentados pela ciência e pela tecnologia num período pós-guerra. O segundo período vem caracterizado pelo estado de alerta, diante dos acontecimentos tidos entre os anos de 1950 e 1960, quando começam a aparecer os desastres oriundos da tecnologia fora de controle (o primeiro acidente nuclear grave; revoltas contra guerra do Vietnã). O terceiro período vem marcado pelo despertar da sociedade contra a autonomia científico-tecnológica, que se iniciou por volta de 1969 e se estende até os dias atuais, como uma reação aos problemas que a ciência e a tecnologia vêm trazendo para a sociedade.

Por conta disso, os anos de 1960 e 1970 são marcados por uma intensa revisão do modelo linear, que teve como principal objetivo rever o processo de delineamento científico-tecnológico. Visa-se, assim, à participação pública com iniciativas relacionadas à regulação da ciência e da tecnologia. Essa revisão fez com que surgisse o movimento CTS por volta de 1970, como forma de rever, entender, propor e, principalmente, tomar decisões em relação às conseqüências decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea. Isso, de certa forma, justifica o fato do movimento ter surgido em vários países em uma mesma época.

Cerezo (2002) afirma que um importante fator para o desencadeamento do movimento foi a publicação de duas obras: *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn, centrada no estudo dos antecedentes ou condicionantes sociais da ciência, contribuindo para novas discussões no campo da história e filosofia da ciência e *Silent Spring* de Rachel Carsons, a qual influenciou a mobilização de movimentos sociais que passam a denunciar as conseqüências negativas da ciência e da tecnologia.

Buscando compreender a dimensão da ciência e da tecnologia dos pontos de vista histórico, social e cultural, começam a aparecer, na Europa e nos Estados Unidos, alternativas para vigiar o desenvolvimento científico-tecnológico, por meio dos primeiros indícios do movimento CTS. Ele aparece como alternativa da comunidade acadêmica, com o intuito de avaliar o modelo linear que havia se estabelecido e de entender a ciência e a tecnologia como um processo social no qual valores morais, concepções religiosas, interesses políticos e econômicos, entre outros, agem de maneira a formatar as idéias do contexto científico-tecnológico.

2.1.1 Origem Européia

A tradição européia, de acordo com Garcia et al. (1996), originou-se por volta de 1979 na Universidade de Edimburg, no chamado “Programa Forte”, cujos autores foram Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin. Caracteriza-se como uma tradição de investigação acadêmica, mais que educativa ou de divulgação, tendo como principais conhecimentos formadores de sua base as ciências sociais, dentre elas a sociologia, a antropologia e a psicologia. Coloca ênfase na dimensão social antecedente ao desenvolvimento científico-tecnológico, centrando-se na explicação da origem das teorias científicas e, portanto, da ciência como processo. Nesse sentido:

Bloor apresenta seu Programa Forte como uma ciência da ciência. Seu significado, tal e como é defendido, implica a morte da reflexão epistemológica tradicional e a reivindicação da análise empírica: só uma ciência, a sociologia, pode explicar adequadamente as peculiaridades do mundo científico.⁹ (Tradução da autora) (GARCIA, et al. 1996, p. 76).

Portanto, o enfoque do referido programa volta-se para a visão macrossocial, buscando um contexto mais amplo, de maneira a explicitar de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos etc) influenciam no contexto científico-tecnológico. É viável questionar o desenvolvimento tecnológico como um processo linear, no qual ocorrem benefícios e acúmulos, pois a idéia de evolução é algo que pode ocorrer nos vários sentidos, dependendo do caminho que se escolhe.

De acordo com Garcia et al. (1996), existem ainda diversos enfoques que possuem suas raízes no Programa Forte. Entre eles, podem ser citados:

- O construtivismo social: teve seu início com H. Collins e posteriormente foi desenvolvido por T. Pinch, por meio do Programa Empírico do Relativismo (EPOR), que faz três importantes colocações no entendimento do contexto científico-tecnológico: a) a flexibilidade interpretativa dos resultados experimentais mostra que os descobrimentos científicos são susceptíveis de mais de uma interpretação; b) ao desvendar os mecanismos sociais, retóricos, institucionais etc, que limitam a flexibilidade interpretativa, tal contexto favorece o fechamento das controvérsias científicas, promovendo o consenso em torno do que é a verdade em cada caso; c) os mecanismos de fechamento em torno da verdade sobre as controvérsias científicas relacionam-se com o meio sociocultural e político mais amplo. Dessa forma, enfatiza o

⁹ Tradução de: Bloor presenta su Programa Fuerte como una ciencia de la ciencia. Su significado, tal y como es defendido, implica la muerte de la reflexión epistemológica tradicional y la reivindicación del análisis empírico: sólo una ciencia, la sociología, puede explicar adecuadamente las peculiaridades del mundo científico.

enfoque microsocial, começando por descrever, por exemplo, os acontecimentos inerentes aos lugares onde se produz a ciência – os laboratórios.

▪ As pesquisas de reflexividade de S. Woolgar surgiram da análise etnográfica¹⁰ da ciência, que culminou no livro denominado - *Laboratory Life* (1979/1986) escrito em parceria com Bruno Latour. Aponta-se, nessa obra, uma análise decididamente microsocial da atividade científica. Os autores centram-se em um laboratório de neuroendocrinologia norte-americano, utilizando a observação participativa e a análise do discurso para coletar, interpretar e relatar o dia-a-dia da comunidade científica. Nesse sentido, coloca-se que:

Ao aparecer diante de nossos olhos a complexidade da vida em laboratório, tende a desaparecer a fé na objetividade e neutralidade da ciência. Vista dessa forma, a ciência não se diferencia muito da política ou da literatura.¹¹
(Tradução da autora) (GARCIA et al., 1996, p. 80).

Segundo Garcia et al. (1996), a reflexividade proposta pelo Programa Forte, coloca que é mediante o exame dos textos científicos ou outras formas de divulgação científica, que se tenta entender os mecanismos a que os autores recorrem para transformar seus interesses em conhecimentos e, dessa forma, persuadir aos que por meio deles têm seus problemas resolvidos. Garcia et al. (1996) comentam que Steve Woolgar e Malcolm Ashmore chamam atenção, quando se afirma que a atividade científica é uma representação fiel do mundo real, ou então que a reflexão sociológica é uma representação fiel da atividade científica. Isso significa dizer que não é possível nos distanciarmos o suficiente de nossas próprias atividades para analisá-las externamente.

▪ Em relação à chamada teoria da rede de atores, de Bruno Latour e Michel Callon, Garcia et al. (1996) comentam que a ciência se define como uma rede cujos nós estão formados tanto por atores humanos, quanto por atores não humanos. Os autores analisam como se formam essas redes e como os nós se formam e se inter-relacionam. Garcia et al. (1996, p. 82) apontam que:

¹⁰ A análise etnográfica, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), consiste em uma descrição profunda. Quando se examina a cultura com base nessa perspectiva, o etnógrafo se depara com várias interpretações de vida, de senso comum, as quais se tornam difíceis de separar. Nesse sentido, o etnógrafo visa a aprender os significados que os membros da cultura têm como dados adquiridos e, posteriormente, apresentar um novo significado às pessoas exteriores à cultura. O etnógrafo preocupa-se essencialmente com as representações.

¹¹ Tradução de: Al aparecer ante nuestros ojos la complejidad de la vida del laboratorio, tiende a desaparecer la fe en la objetividad y neutralidad de la ciencia. Vista desde cerca, la ciencia no se diferencia mucho de la política o la literatura.

Tanto os desenvolvimentos científicos como os tecnológicos podem ser analisados em termos de lutas entre diferentes atores para impor sua definição do problema a resolver. Os atores humanos têm, por conseguinte, que atender ao comportamento tanto de outros atores como de atores não humanos.¹² (Tradução da autora)

É importante lembrar que, a princípio, a preocupação européia se volta para a investigação científica; foi somente a partir dos anos 80 que houve a incorporação da tecnologia. Assim, passou-se a entender que a tecnologia era também um processo social e não somente uma aplicação da ciência de forma neutra. Por consequência, ciência e tecnologia começam a ser analisadas em forma conjunta, conforme nos afirmam Garcia et al. (1996, p. 87):

Na teoria de redes de atores de Latour e Callon, a ciência não consiste em pura teoria e nem a tecnologia em pura aplicação, mas sim ambas, fundidas no termo “tecnociência” (como algo vivo e distinto de nossa percepção oficial delas: a “ciência e a tecnologia”) consistem em redes de cujos nós também formam parte de todo tipo de instrumentos relevantes. Os produtos da atividade científica, as teorias, não podem, portanto, seguir separando-se dos instrumentos que participam da sua elaboração.¹³ (Tradução da autora)

Os programas até aqui citados foram os primeiros impulsionadores do movimento CTS na Europa. Porém, daí por diante, começam a aparecer novos programas como é o caso do Programa SCOT (*Social Construction of Technology*) – Construção Social da Tecnologia, derivado do Programa EPOR, já citado. O Programa SCOT traz um enfoque voltado para a sociologia do conhecimento científico, entendendo-se que o desenvolvimento tecnológico é concebido como um processo de variação e seleção. Alguns autores, como Trevor Pinch e Wiebe E. Bijker, destacam-se nesse programa. De acordo com Garcia et al. (1996), os autores procuram explicar porque na construção dos modelos multidirecionais algumas variáveis sobrevivem e outras não. Estudam-se as controvérsias científico-tecnológicas e analisam-se as opções dos grupos diretamente envolvidos, de forma a poder diminuir a variabilidade interpretativa chegando-se ao consenso quanto a um possível fechamento.

Deixo claro que existem outras propostas em CTS que continuam a surgir na Europa, porém, o que considero relevante é selecionar os pontos em que essa tradição se detém, no

¹² Tradução de: Tanto los desarrollos científicos como los tecnológicos pueden ser analizados en términos de luchas entre diferentes actores para imponer su definición del problema a resolver. Los actores humanos tienen, por consiguiente, que atender al comportamiento tanto de otros actores humanos como de actores no humanos.

¹³ Tradução de: Na teoría de la red de actores de Latour y Callon, según la cual la ciencia no consiste en pura teoría ni la tecnología en pura aplicación, sino que ambas, fundidas en el término “tecnociencia” (como algo vivo y distinto de nuestra percepción oficial de ellas: “la ciencia y tecnología”) consisten en redes de cuyos nodos también forman parte todo tipo de instrumentos relevantes. Los productos de la actividad científica, las teorías, no pueden, por tanto, seguir separándose de los instrumentos que participan en su elaboración.

que diz respeito à relação ciência-tecnologia-sociedade. Nesse sentido, de acordo com Garcia et al. (1996) é possível resumir alguns pontos importantes que a tradição europeia aponta: institucionalização acadêmica na Europa (em sua origem); ênfase nos fatores sociais antecedentes; atenção à ciência e, secundariamente à tecnologia; caráter teórico e descritivo; marco explicativo: ciências sociais.

2.1.2 Origem Norte-americana

As preocupações expostas nessa origem centram-se mais nas conseqüências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar. Ela enfatiza as conseqüências sociais das inovações tecnológicas e sua influência sobre nossas formas de vida e suas relações com o meio, por isso sua relevância maior é defender a participação cidadã nas políticas públicas sobre ciência e tecnologia. Nesse sentido, estabelece três importantes argumentos para defender a participação pública no contexto científico tecnológico: o argumento instrumental, que defende a participação pública como a melhor garantia para evitar resistências e desconfianças; o argumento normativo, para o qual os cidadãos são os melhores juizes e defensores de seus próprios interesses; o argumento substantivo, que considera as posições dos leigos tão válidas quanto as dos especialistas. (Cerezo et al., 2003). De acordo com esses pesquisadores as formas mais comuns que a tradição coloca para as participações públicas são audiência pública, gestão negociada, painéis de cidadãos e pesquisas de opinião.

Para Garcia et al. (1996), a tradição norte-americana apresenta um caráter mais prático do que a europeia, mesmo que, em muitos casos, seja desenvolvida na universidade. Nela, a tecnologia é vista como um produto que tem capacidade de influenciar nas estruturas e na dinâmica social. Para tanto, recorre à reflexão ética, política, baseada num caráter humanístico. É uma tradição mais ativista que se insere em movimentos de protesto social ocorridos durante os anos de 1960 e 1970, buscando reflexões nos âmbitos educativo e ético, além de incentivar a democratização na tomada de decisões nas políticas tecnológicas. Tem como mote impulsionador a criação da *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental – 1969) e do *Office of Technology Assessment* (Escritório de Avaliação de Tecnologias – 1972) e como fundo epistemológico os conhecimentos da ética, história da tecnologia, teoria da educação, ciências políticas e filosofia social. Podemos citar alguns dos autores dessa corrente: Albert Borgmann, Stanley Carpenter, Steve Cutcliffe, Paul Durbin, Steven Goldman, Larry Hickmann, Don Ihde, Melvin Kranzberg, Helen Longino, Dorothy

Nelkin, Leonard Walks, Ivan Illich, Carl Mitcham, Kristin Shrader-Frechette e Langdon Winner.

Aparecem, de acordo com Garcia et al. (1996), como alguns dos antecedentes dessa tradição, os movimentos contraculturais, pró-tecnologia alternativa e diversas correntes ecologistas e pacifistas que tinham como principal objetivo estudar as conseqüências sociais e o controle das inovações tecnológicas. Nessa tradição, a origem do movimento CTS está principalmente na preocupação com o uso da tecnologia a serviço da indústria armamentista.

Os autores dessa corrente foram influenciados, principalmente pelas correntes fenomenológica, existencialista e pragmatista. Algumas bibliografias começam a ser produzidas dentro desse quadro e referem-se principalmente a: História da cultura tecnológica; Filosofia da tecnologia; Ética da ciência e da tecnologia; Temas da autonomia da tecnologia e determinismo tecnológico; Crítica política da tecnologia; Avaliação e controle social ; Crítica religiosa da tecnologia. (GARCIA et al, 1996).

Como precursores da corrente fenomenológica-existencialista, Garcia et al. (1996) citam a contribuição de José Ortega y Gasset e Martin Heidegger. Ortega y Gasset destaca-se pela sua obra *Meditação da Técnica* (1939), na qual coloca que o ser humano é um ser técnico porque suas necessidades vão além do que a natureza pode lhe oferecer. Nessa linha de pensamento, a técnica tem a função de satisfazer as necessidades humanas para que o indivíduo possa adaptar o meio às suas necessidades.

Martin Heidegger apresenta alguns pontos de sua reflexão que vão ao encontro dos de Ortega y Gasset. Em sua obra “A pergunta pela Técnica”, trata das características que diferenciam as técnicas antigas das modernas, caracterizando a tecnologia mais como uma técnica científica do que como uma ciência aplicada. Para o autor, a tecnologia moderna implica ações que forcem a natureza e cujo resultado são artefatos de consumo sem valor intrínseco.

Segundo Garcia et al. (1996), um autor bastante conhecido que se destacou nos E.U.A. por meio do pragmatismo americano foi John Dewey. Ele defendeu a engenharia social, afirmando que tanto a ciência quanto a tecnologia possuem uma carga de valores que devem ser manipuladas numa gestão democrática. Autores como Paul Durbin e Larry Hickman também se enquadram na tradição pragmatista. Outro autor que se destaca na tradição americana é Jacques Ellul. Ele apresenta uma orientação mais sociológica que filosófica ao afirmar que os seres humanos estão condicionados à civilização tecnológica. Defende como saída para isso:

[...] a ética do não-poder, segundo a qual os seres humanos devem aceitar não levar a prática tudo aquilo que são capazes de realizar, deste modo à humanidade poderá libertar-se da escravidão tecnológica e buscar novas atitudes não determinadas pela tecnologia.¹⁴ (Tradução da autora) (GARCIA et al., 1996, p. 98).

Em complemento, Garcia et al. (1996) comentam que Winner (1977) desenvolve a idéia sugerida por Ellul de que a tecnologia moderna gera a criação de novas formas de vida política. Porém, destaca que essas novas maneiras de se entender a atuação política podem permitir a participação de todos os envolvidos, sejam eles especialistas ou não.

Contribuindo com os demais trabalhos já citados, Ivan Illich também trouxe para as discussões sobre a ciência e a tecnologia as críticas a numerosos aspectos estruturais que definem e determinam nossa cultura ocidental, entre eles: a educação, a medicina, o gênero, as relações de produção, o sistema de transportes, entre outros, concebendo estes como tecnologias sociais. (GARCIA et al., 1996)

Cerezo et al. (2003) comentam que autores como Doroty Nelkin, Langdon Winner, K. Shrader-Frechette, D. Collingridge ou S. Carpenter contemplam a origem de trabalhos práticos e teóricos americanos, em alguns casos ensaiados institucionalmente, com o objetivo de aprofundar democraticamente a regulação social das mudanças científico-tecnológicas. Entre esses trabalhos podemos encontrar a análise sobre as conseqüências sociais da engenharia genética humana.

Para finalizar, conforme já comentei na origem européia, Garcia et al. (1996) também citam alguns pontos importantes da tradição norte americana: institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em sua origem); ênfase nas conseqüências sociais; atenção à tecnologia e, secundariamente à ciência; caráter prático e valorativo; marco avaliativo: ética, teoria da educação entre outras.

De acordo com Garcia et al. (1996), se compararmos as duas tradições até aqui expostas, percebemos que a americana busca identificar os efeitos sociais das tecnologias, enquanto a européia estuda o caráter dos processos das mudanças científicas.

Porém, Garcia et al. (1996, p. 146) alegam existir uma complementaridade entre as duas tradições:

[...] se a ciência e a tecnologia constituem um produto social (segundo a tradição européia), que é difícil analisar como ciência pura ou técnica não teorizada, e se os complexos científico-tecnológicos têm conseqüências

¹⁴ Tradução de: A ética del no-poder según la cual los seres humanos deben aceptar no llevar a la práctica todo aquello que son capaces de realizar, de este modo la humanidad podrá liberar-se de la esclavitud tecnológica y buscar nuevas actitudes vitales no determinadas por la tecnología.

sociais de primeira magnitude (segundo a tradição americana), então deveríamos promover a avaliação e controle sociais do desenvolvimento científico-tecnológico (dado um compromisso democrático básico).¹⁵(Tradução da autora)

Contudo, podemos dizer que as duas tradições buscam um mesmo objetivo, que é o de ultrapassar a visão positivista, herdada e tradicional do que seja ciência e tecnologia, objetivando cada vez mais compreender as relações existentes entre elas e a sociedade, trazendo uma nova concepção do que seja a relação entre ciência-tecnologia-sociedade. Ambas as tradições, visam ao caráter social da ciência e da tecnologia, procurando ultrapassar a ciência como conhecimento autônomo e a tecnologia como aplicação direta da primeira. É possível verificar também, preocupações com a necessidade de mudança cultural, de postura frente ao universo científico-tecnológico. É importante motivar a população, para que as pessoas não só conheçam seus deveres, mas também seus direitos, percebendo a ciência e a tecnologia de forma mais crítica, mais questionadora. Destaca-se nas duas tradições, a necessidade de se promover a participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, para que a democracia esteja sempre presente na solução dos problemas.

Nesse sentido, Gordillo et al. (2001, p. 161) consegue fazer um comparativo entre o que se propõe para o enfoque CTS em ambas as tradições e o que ainda concebemos sobre ciência e tecnologia. Tal comparativo é estabelecido no Quadro 1.

¹⁵ Tradução de: Si la ciencia y la tecnología constituyen un producto social (según la tradición europea), que además es difícilmente analizable como ciencia pura o técnica no teorizada, y si los complejos científico-tecnológicos tienen unas consecuencias sociales de primera magnitud (según la tradición americana), entonces deberíamos promocionar la evaluación y control social del desarrollo científico-tecnológico (dado un compromiso democrático básico).

Concepção herdada	Concepção CTS
A ciência é o conhecimento que revela a realidade.	Desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social como os outros.
A ciência é objetiva e neutra. Não há interesses ou fatores subjetivos em seus conteúdos.	As mudanças científico-tecnológicas tem importantes efeitos na vida social e na natureza.
A história da ciência consiste na acumulação de conhecimentos objetivos à margem das condições externas.	Compartilhamos um compromisso democrático.
A tecnologia é a aplicação prática dos conhecimentos científicos.	Devem-se promover avaliações e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico.

QUADRO 1 – Comparativo entre as concepções sobre ciência e tecnologia.

Fonte: Gordillo et al. (2001, p. 161)

Dessa forma, aparece nas duas tradições a perspectiva de, por meio do CTS, superar a visão manipulativa da ciência e da tecnologia, incorporando-as em relações mais íntimas com a sociedade. E isso somente será possível se existirem pessoas que possam reivindicar, entender, refletir, criticar, questionar e dar sua opinião na resolução de problemas que envolvam o interesse dos vários grupos existentes na sociedade.

Todas as necessidades propostas pelas duas tradições, em relação ao contexto científico-tecnológico, levaram os vários setores da sociedade a levantar a importância de se estender o enfoque CTS em várias direções. Cerezo et al. (2003) estabelecem essas direções:

- No campo da pesquisa: promovendo uma nova reflexão sobre a filosofia e sociologia da ciência, de modo a entender a atividade científica como um processo social.
- No campo das políticas públicas: defendendo o debate público da ciência e da tecnologia, de forma a promover a criação de meios democráticos que auxiliem a participação de todos nas tomadas de decisão sobre o domínio científico-tecnológico.
- No campo da educação: considerando que as reflexões sobre as concepções de ciência e tecnologia como construções sociais têm incentivado ao aparecimento de diversos programas curriculares que têm dado ênfase ao debate CTS em nível secundário e universitário.

De maneira geral, fica difícil poder separar os três segmentos, pois acredito que um complementa o outro, de forma que as influências ocorrem mutuamente. Porém, como o

segmento que mais tem relevância para meu trabalho é o educacional, na próxima seção passarei, a fazer uma abordagem um pouco mais detalhada sobre ele.

2.2 O enfoque CTS na área educacional

Num país onde se preza a democracia, é necessário que não somente os representantes políticos possam representar os cidadãos em decisões que envolvam interesses mútuos, mas também que todos possam ter voz e vez. É importante que as pessoas possam avançar nas compreensões sobre o mundo que as cerca, agindo de forma mais crítica frente às situações para as quais estão expostas no dia-a-dia.

[...] as pessoas assistem TV, acionam botões e interruptores sem que tenham acesso aos conhecimentos fundamentais que embasam essas produções humanas. Além disso, não têm um conhecimento crítico que possa nortear seletividades e posicionamentos frente à parafernália tecnológica ao longo de sua existência. (ANGOTTI, 1991, p. 9).

É nesse sentido que a perspectiva educacional precisa atingir um patamar muito mais abrangente, uma vez que, de acordo com Cruz (2001, p. 171):

O papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar, de forma crítica e consciente, dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido.

Nesse contexto, ressalto a importância do enfoque CTS para educação visando à *alfabetização para propiciar a formação de amplos seguimentos sociais de acordo com a nova imagem da ciência e da tecnologia que emerge ao ter em conta seu contexto social.* (CEREZO et al. , 2003, p. 144)

Desde o início do movimento CTS, há mais de trinta anos, um dos principais campos de sua investigação e ação social tem sido o educativo. Nesse campo de investigação, que comumente chamamos de “enfoque CTS no contexto educativo”, percebemos que ele traz a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a ciência e a tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social. De acordo com Medina e Sanmartín (1990), é importante que alguns objetivos sejam seguidos, quando se pretende incluir o enfoque CTS no contexto educacional:

- Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do

sistema educativo. Só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade.

- Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático, assim como sua distribuição social entre 'os que pensam' e 'os que executam', que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio que diferencia a educação geral da vocacional.
- Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação.
- Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica.

Dessa forma, a importância de se discutir com os alunos os avanços da ciência e da tecnologia, suas causas, conseqüências, interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. Por isso, ela está intimamente ligada à evolução do ser humano, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento.

A idéia de levar para sala de aula o debate sobre as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade vem sendo difundida por meio dos PCNs – tanto os do Ensino Fundamental como os do Ensino Médio – como forma de Educação Tecnológica, a qual não seria voltada para confecção de artefatos, mas para a compreensão da origem e uso que se faz desses artefatos e também *mentefatos* na sociedade atual. Para isso, precisamos entender a Educação Tecnológica num sentido que, conforme colocam Palacios et al. (1996), leve os alunos compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto do ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas conseqüências sociais e ambientais. Ou seja, é preciso compreendê-la tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.

Verificamos, assim, que a Educação Tecnológica encaminha-se para o enfoque CTS, que vem sendo muito difundido principalmente no ensino de ciências, acentuando-se a partir de 1980. Em nível internacional impulsionou a publicação de um volume especial na revista *International Journal of Science Education (Special issues: Science, Technology and Society)*, v. 10, n. 04, 1988), além da existência da *International Organization for Science and Technology Education (IOSTE)*, que vem realizando simpósios internacionais, procurando sempre levar os assuntos que envolvem o contexto científico-tecnológico para discussão.

Cruz (2001) cita, em sua tese, alguns importantes autores e trabalhos que vêm se propagando em nível internacional e que têm como mote o movimento CTS:

- Nos Estados Unidos: *Chemistry and Community* da *American Chemical Society*; *Chautauqua Program* de Iowa; Projeto 2061 da *American Association for the Advancement of Science*; Projeto Scope, *Sequence and Coordination da International Assessment of Education Progress*.
- Na Europa: SATIS (Science And Technology In Society) e SISCON (Science In a Social CONtext) na Inglaterra.

Entre outros autores que vêm escrevendo sobre o movimento CTS e ressaltando sua importância para a educação, podemos citar os trabalhos desenvolvidos na Espanha: Palácios, Otero, García (1996); Sanz, Moratalla, Gómez, Gonzáles (1996); Tortajada, Peláez (1997); Acevedo et al. (2001, 2003, 2004); Cerezo, Luján, Gordillo, Osorio (2003). Além disso, cabe citar que, de acordo com Cerezo (2002), a Espanha introduziu – por meio do Ministério de Educação e Cultura – o CTS como disciplina optativa em todos os cursos de graduação (LOGSE), para alunos entre 16 e 18 anos, e como complemento transversal para disciplinas de ciências (ESO), entre 14 e 16 anos. Isso fez com que vários professores do ensino secundário e universitário buscassem um aperfeiçoamento nessa área. A disciplina de CTS consta de cinco blocos que abrangem: perspectiva histórica sobre ciência, tecnologia e sociedade; sistema tecnológico; repercussões sociais do desenvolvimento científico e tecnológico; controle social da atividade científica e tecnológica; desenvolvimento científico-tecnológico: reflexões filosóficas.

Osorio (2002) cita também a relevância de alguns seminários apresentados em universidades, os quais podem retratar a importância do movimento para os países latinos. Entre eles, podemos citar: Seminário do Programa Universitário de Investigação -PUI- Ciência, Tecnologia e Cultura, da Universidade Nacional de Bogotá; Seminário de História da Biologia, da Universidade Nacional de Medellín; Seminário de História das Matemáticas na Universidade do Valle em Cali; Seminário de História da Medicina da Universidade do Bosque de Bogotá. Outras experiências realizadas na Universidade Tecnológica de Pereira e na Universidade de Antioquia em Medellín, também merecem ser destacadas, em termos do enfoque CTS. Voltando nosso foco para o Brasil, temos os trabalhos já citados no primeiro capítulo, cujos resumos se encontram no ANEXO 2.

Com efeito, em revisão bibliográfica realizada por Auler (1998), o autor comenta ter constatado não haver um mesmo discurso ou compreensão unânime sobre objetivos, conteúdos e implementação do enfoque CTS no contexto educacional. Segundo o autor:

O enfoque CTS abarca desde a idéia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo em alguns desses projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário. [...] Assim, os objetivos apresentados, na literatura, expressam diferentes formas de conceber o movimento: promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, representam uma síntese dos objetivos “mapeados” por Caamaño (1995). (AULER, 2002, p. 31)

É importante lembrar que, independente de qualquer abordagem que seja feita no campo educacional com o enfoque CTS, alguns aspectos são relevantes. De acordo com a tradução de Santos e Schnetzler (2003, p. 65), o Quadro 2 expressa os nove aspectos a serem levados em consideração quando pretendemos levar o enfoque CTS para sala de aula.

Aspectos CTS	Esclarecimentos
1- Natureza da ciência.	1- Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2- Natureza da Tecnologia.	2- Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3- Natureza da Sociedade.	3- A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4- Efeito da Ciência sobre a Tecnologia.	4- A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5- Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade.	5- A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6- Efeito da Sociedade sobre a Ciência.	6- Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7- Efeito da Ciência sobre a Sociedade.	7- Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8- Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia.	8- Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9- Efeito da Tecnologia sobre a Ciência.	9- A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

QUADRO 2 – Os nove aspectos da abordagem de CTS¹⁶.

Fonte: Santos e Schnetzler (2003, p. 65).

Analisando o Quadro 2, podemos perceber que as colocações que se fazem a respeito da ciência, tecnologia, sociedade e suas relações são concepções que podem ser trabalhadas em qualquer nível de ensino. O aprofundamento que se dará a cada um dos elementos irá depender do grau de instrução dos alunos e das atividades que se pretende desenvolver. Deixo claro que meu maior interesse está voltado para os enfoques que são desenvolvidos no Ensino Médio.

De acordo com Cerezo et al. (2003), vários trabalhos têm sido feitos na modalidade do ensino secundário desde 1970. Duas associações merecem destaque por seus trabalhos

¹⁶ Extraído de Mackavanagh e Maher, 1982, p. 72 e traduzido por Santos e Schnetzler (2003)

nessa área: *National Science Teachers Association* (Associação Nacional de Professores Norte-americana) e a *Association for Science Education* (Associação para Ensino da Ciência Britânica). Na Espanha, em particular, foi criada a disciplina Ciência, Tecnologia e Sociedade, como optativa na fase final do ensino secundário, conforme já comentei.

Além disso, extensa bibliografia tem sido indicada, trazendo relatos de experiências, pesquisa teórica, experimentos práticos, entre outros assuntos interessantes. Uma boa indicação de consulta é o site da OEI (Organização dos Estados Iberoamericanos) – www.campus-oei.org, que, além de oferecer um campo diversificado da literatura, disponibiliza a revista eletrônica – Revista Iberoamericana de Educación – Enseñanza de la tecnología, que traz vários artigos direcionados para a área CTS, principalmente voltados para o campo educacional.

As experiências que têm sido desenvolvidas com o enfoque CTS, no ensino secundário, podem ser classificadas em três grupos, de acordo com Walks (1990) e Sanmartim (1992): introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência vista por meio de CTS; e CTS puro. De acordo com Palacios et al. (1996), pode-se resumir os objetivos dessas três modalidades da seguinte forma:

- Enxerto CTS: introdução de temas CTS nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia. Nos Estados Unidos podemos citar o projeto *Harvard Project Physics* e na Europa o projeto SATIS (*Science and Technology in Society*) que englobam essa modalidade.
- Ciência e tecnologia por meio de CTS: estrutura-se o conteúdo científico por meio do CTS. Essa estruturação pode acontecer numa só disciplina ou por meio de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares. Podemos ver esse tipo de trabalho no PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física), trabalhado na Holanda.
- CTS puro: ensina-se ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS, no qual o conteúdo científico tem papel subordinado. O projeto mais conhecido nessa modalidade é o SISCON (*Studies in a Social Context*), na Inglaterra.

Seria interessante citar aqui algumas propostas curriculares que vêm sendo desenvolvidas com o intuito do enfoque CTS e que podem ser voltadas para o Ensino Médio. Santos e Mortimer (2000) colocam em seu trabalho a tradução de um quadro (Quadro 3),

extraído da obra de Aikenhead¹⁷ (1994), que agrupa os trabalhos CTS em sala de aula em algumas categorias.

Categorias	Descrição	Exemplos
1-Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais.
2-Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciência. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).
3-Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	Havard project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – (UK).
4-Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS.	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciência e a sua seqüência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a seqüência possa ser bem diferente.	ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understanding (EUA), Science Teacher’s Association of victoria Physics Series (Austrália).
5- Ciências por meio de conteúdos de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua seqüência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS (EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental project (Holanda), Salters Science Project (UK).
6-Ciências com conteúdos de CTS.	O conteúdo de CTS é foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem	Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and Energy Development Studies (SEEDS), modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá).

¹⁷ AIKENHEAD, Glean S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.S. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p. 47-59.

Continuação – Quadro 3 – Categorias de ensino de CTS		
7-Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	Studies in a Social Context (SISCON), in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and Society (Austrália), Creative Role Playing Exercises in Science and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – videos (EUA), Perspectives in Science (Canadá).
8-Conteúdos de CTS.	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	Science and Society (UK), Innovations: The Social Consequencies of Science and Technology program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA).

QUADRO 3 – Categorias de ensino CTS.

Fonte: Aikenhead¹⁸ (1994).

Santos e Mortimer (2000), comentam, explicitando Aikenhead (1994), que no quadro de categorias, nenhuma delas pode ser considerada como um modelo real de CTS, porém, da terceira à sexta categoria seria o que mais comumente encontramos na literatura, inclusive no Brasil, sobre aplicações do enfoque CTS. Auler (2002), ressalta que, em se comparando com os demais países, o Brasil ainda se encontra no início da caminhada em relação ao enfoque CTS, sendo que muitos dos trabalhos brasileiros não seriam enquadrados nas categorias de Aikenhead (1994). Contudo, temos que considerar que já temos um bom começo.

Alguns pontos que precisam ser previamente avaliados quando pretendemos trabalhar sob o enfoque CTS são ressaltados por Santos e Mortimer (2000). Um deles é a utilização dos modelos curriculares de outros países. Comentam os autores que muitas vezes esses modelos são transferidos para nossa realidade sem a devida contextualização local, ou seja, sem considerar as necessidades de cada realidade, os problemas existentes, a ciência e tecnologia advinda de cada país. Outro problema enfrentado é a formação de professores. São poucas as instituições no Brasil que têm alguma linha de pesquisa voltada para o enfoque CTS, o que faz com que a grande maioria de professores não possa ter acesso a esse tipo de trabalho. A formação disciplinar também é um problema que não condiz com a necessidade interdisciplinar do enfoque CTS. Nem nossos docentes nem nossos alunos foram ou estão

¹⁸ AIKENHEAD, Glean S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.S. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p. 47-59.

sendo formados dentro da perspectiva da interdisciplinaridade, o que torna os objetivos do enfoque CTS algo que exige bastante reflexão antes que se possa agir.

Cabe ressaltar que o enfoque CTS que venha a ser inserido nos currículos é apenas um despertar inicial no aluno, com o intuito de que ele possa vir a assumir essa postura questionadora e crítica num futuro próximo. Isso implica dizer que a aplicação da postura CTS ocorre não somente dentro da escola, mas também extramuros. De acordo com Osório (2002, p. 64):

O enfoque educativo em CTS, tanto recupera os espaços críticos dessa relação conjunta ao desenvolver as implicações e os fins do desenvolvimento científico-tecnológico em um emaranhado social, político e ambiental, se nos apresenta como um campo de análises propício para entender e educar o fenômeno tecnocientífico moderno.¹⁹ (Tradução da autora)

Nesse encaminhamento, o ensino-aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Emerge daí a necessidade de buscar elementos para a resolução de problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, ampliando-se esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e da sociedade.

A perspectiva CTS pretende superar as visões manipuladas da ciência e da tecnologia unindo-as à sociedade para promover a participação cidadã nas decisões mais importantes sobre as controvérsias relacionadas a ambas. Já a neutralidade positivista na educação objetiva essencialmente, formar o aluno para a submissão diante da autoridade dos conhecimentos, perante a ordem natural das coisas, para a reprodução da estrutura político-econômico-social estabelecida.

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um dos instrumentos de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos para a construção e/ou produção do conhecimento científico, que não é mais considerado como algo sagrado e inviolável. Ao contrário: está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstróem a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito

¹⁹ El enfoque educativo CTS, en tanto recupera los espacios críticos de esa relación conjunta al devolver las implicaciones y los fines del desarrollo científico tecnológico en un entramado social, político y ambiental, se nos presenta como un campo de análisis propicio para entender y educar en el fenómeno tecnocientífico moderno.

da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, para desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula.

Seguindo esses pressupostos, é urgente que a forma como concebemos o nosso ensino possa superar a visão conteudista que sempre o caracterizou. É necessário que a escola possa ser colocada como um elemento central para o desenvolvimento do cidadão. Dessa forma, deverá deixar de lado os modelos prontos, a memorização e, principalmente, a fragmentação do conhecimento. As mediações e interconexões que podem relacionar a história dos conhecimentos em sua contínua evolução e interdependência são pontos de análise e reformulação nessa nova proposta.

O enfoque CTS apresenta-se como uma forma de postura que pode ser assumida pelos educadores. Nesse sentido, Cerezo (2002) afirma que a orientação CTS faz com que se veja o conhecimento da ciência e da tecnologia muito além do academicismo e cientificismo, pois se preocupa com os problemas sociais relacionados com o científico e o tecnológico. Dessa forma, favorece a construção de atitudes, valores e normas de conduta em relação a essas questões, com vistas a uma formação que prepare os estudantes para tomarem decisões que se fundem no bem-estar da maioria. Além disso, o enfoque CTS poderá contribuir no sentido de auxiliar o professor a aplicar novas estratégias que possam possibilitar ao aluno desenvolver seu lado crítico e reflexivo, ao analisar situações e tomar decisões que envolvam seu cotidiano.

Nesse sentido, visando à contribuição que o enfoque CTS poderá trazer para a educação, torna-se necessário refletir sobre a relação de tal enfoque com o estabelecido na proposta educacional vigente. Por viver uma realidade mais próxima do Ensino Médio, vejo que o enfoque CTS encontra muitas possibilidades de ser aplicado dentro desse nível de ensino. Considero essa possibilidade não só pelo fato de ser uma proposta epistemológica emergente e inovadora, mas pelo respaldo que ela encontra nos PCNEMs e na própria LDB. Tal discussão é desencadeada na próxima seção.

2.2.1 O enfoque CTS no Ensino Médio

Ao se propor uma reestruturação nas leis que regem o contexto educacional, bem como o estabelecimento de suas diretrizes curriculares, muito se tem a caminhar para que as

propostas se efetivem. É necessário que saibamos interpretar o que cada um dos objetivos pretende e as possíveis direções para atingí-los. Acredito ser interessante tecer, neste momento, alguns comentários referentes aos objetivos do Ensino Médio e, por consequência, às propostas dos PCNEMs, por serem de grande importância para o contexto de nossa sociedade, bem como destacar algumas possíveis maneiras de avançar em direção à concretização desses objetivos, sendo uma delas por meio do enfoque CTS.

O primeiro destaque que faço relaciona-se a um dos objetivos estabelecidos nos PCNEMs:

A formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; a preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo do trabalho, com as competências que garantam seu aprimoramento profissional e permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo; o desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos. (BRASIL, 1999a, p. 23)

Percebo que uma das preocupações do Ensino Médio diz respeito à função social desse grau de ensino. É possível verificar que ela está vinculada à formação do indivíduo em sociedade, enquanto cidadão. Isso significa dizer que os objetivos do Ensino Médio, em sua prioridade deixam de ser a preparação para o ensino superior ou formação profissionalizante. A preocupação agora se pauta em um currículo que:

[...] promova no indivíduo tanto em termos de desenvolvimento pessoal, quanto em termos do desenvolvimento social, quando ele poderá questionar e posicionar-se, por exemplo, quanto à hegemonia das nações que detêm o poder do conhecimento científico-tecnológico. (GRINSPUN, 1999, p. 28).

Para que isso venha a ocorrer, os PCNEMs reafirmam a necessidade de um [...] *fortalecimento dos laços de solidariedade e de tolerância recíproca; formação de valores; aprimoramento como pessoa humana; formação ética; exercício da cidadania.* (BRASIL, 1999a p.161).

Nesse sentido, aparece explícito no contexto da proposta educacional que a sociedade moderna exigirá do cidadão muito mais do que saber ler, escrever e contar. Assim, propõe-se que para o aluno acompanhar os níveis de desenvolvimento da sociedade em seus vários setores, precisará ter conhecimentos relacionados à estética da sensibilidade, que valoriza o lado criativo e favorece ao trabalho autônomo; a política da igualdade, que busca a

solidariedade e respeita a diversidade, como base para a cidadania; e a ética da identidade, que promove a autonomia do educando, da escola e das propostas pedagógicas. A educação deverá contribuir para a autoformação do aluno, estimulando-o a assumir a condição humana, incentivando-o a viver, de forma a tornar-se um cidadão que, numa democracia, será definido por sua solidariedade e responsabilidade.

Todos os saberes citados anteriormente são também necessários para que o educando possa viver numa sociedade moderna e tecnológica como a nossa. Logo, é preciso que tais saberes se voltem também para a compreensão da ciência e da tecnologia, que efetivam presença contínua em nosso meio. Por esse motivo, a LDB destaca, em seu artigo 36, que o Ensino Médio destacará a educação tecnológica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania. O artigo demonstra que o educando, além de ter acesso aos conhecimentos relacionados à ciência e à tecnologia, precisará entender como esses processos se formaram, em que eles implicam, quais as suas conseqüências e que tipo de atitudes o cidadão deverá ter diante dos problemas. É necessário que o aluno seja preparado para efetivar sua participação enquanto componente de uma comunidade, buscando informações diretamente vinculadas aos problemas sociais que afetam o cidadão e seu meio, exigindo um posicionamento quanto ao encaminhamento de soluções.

Para que se forme um cidadão com essas compreensões, é preciso que o Ensino Médio dê condições para que o aluno compreenda a natureza do contexto científico-tecnológico e seu papel na sociedade. Isso implica a necessidade de adquirir conhecimentos básicos sobre filosofia e história da ciência, para estar a par das potencialidades e limitações do conhecimento científico, pois, para que o cidadão possa tomar suas decisões, é preciso que tenha evidências e fundamento nos posicionamentos que assumirá.

Todavia, para que essas colocações se efetivem, conforme estabelece o artigo 36 da LDB, são necessárias ainda, novas formas de trabalho em sala de aula, as quais devem ser encaminhadas com diferentes estratégias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes. Dessa forma, um cidadão dotado das habilidades que o Ensino Médio pretende, não será formado se persistir o ensino-aprendizagem que temos hoje. Urge pensar em novas formas de trabalho, estratégias, enfoques e posturas. É preciso estimular o aluno a desenvolver a adaptabilidade e flexibilidade, formando-o como pessoa que defenda seus pontos de vista, avalie o papel das decisões humanas na determinação da sobrevivência e da vida na sociedade futura. Torna-se imprescindível desenvolver nos alunos a capacidade de

diferenciar conhecimento de informação, verificando o que há de mais relevante para poder resolver criticamente um problema específico no campo social ou científico-tecnológico.

Os PCNEMs expressam que não é necessário criar novas disciplinas ou saberes, no entanto é importante utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. A proposta de estabelecer as três áreas de ensino (Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias) foi o primeiro passo, no sentido de reunir conhecimentos correlatos e trabalhar em conjunto. Tal idéia, visa a desfragmentar os conhecimentos, colocando-os em áreas, de forma a incentivar os professores a reunir os saberes, criando projetos, renovando o visual pedagógico, podendo levar a novos rumos.

Assim, o ensino que se pretende deverá propiciar condições para o desenvolvimento de habilidades, o que não se dá por meio simplesmente do conhecimento, mas de novos enfoques de ensino muito bem estruturados e organizados. As propostas para o ensino do cidadão precisam levar em conta os conhecimentos que os alunos possuem, o que pode ser feito por meio da contextualização dos temas sociais, na qual se solicita a opinião dos alunos a respeito do problema que o tema apresenta, mesmo antes de ser discutido do ponto de vista do conhecimento²⁰. Trabalhar com os alunos, nessa perspectiva, não se restringe a uma simples adequação de fatos descontextualizados da nossa realidade, mas implica a redefinição de temas sociais próprios ao contexto nacional e local, ou a sua adaptação à problemática brasileira.

Desse modo, diante de alguns objetivos que até aqui destaquei, propostos tanto pela LDB, quanto pelos PCNEMs, podemos verificar as suas relações com o enfoque CTS. Da forma como a nova proposta para o Ensino Médio foi estabelecida, percebe-se a relevância em aproximar o aluno da interação com a ciência e com a tecnologia com todas as dimensões da sociedade, considerando-se as suas relações recíprocas, oportunizando-se ao educando uma concepção ampla e humanista do contexto científico-tecnológico. Nesse processo, a relação educando/sujeito deixa seu status de cognoscente, que se relaciona com objetos, e passa a estabelecer novas relações intersubjetivas para a construção de um entendimento e, por conseguinte, do conhecimento. Tal processo inclui uma reação do aluno/sujeito, que supõe a reelaboração e ampliação desse conhecimento, criando possibilidades de ação.

²⁰ Os trabalhos desenvolvidos a partir dos pressupostos do enfoque CTS têm esse fim, entre eles podemos encontrar os citados no ANEXO 2.

Nesse cenário, o professor é o grande articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, nos quais os alunos estabeleçam conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido, com a finalidade de resolver situações-problema condizentes com as condições intelectuais, emocionais e contextuais dos alunos. É preciso que se estabeleça uma correlação entre os conhecimentos de diferentes áreas, como condição imprescindível para se formar uma rede entre os vários saberes que levam às soluções dos problemas que a sociedade apresenta, como também para ajudar a prever as disfunções e efeitos negativos de intervenções unidimensionais. Para tanto, a interdisciplinaridade e a contextualização apresentam-se como condições inevitáveis para se iniciar o aluno no entendimento de políticas científicas e tecnológicas coerentes, que possam estar estreitamente coordenadas ao desenvolvimento econômico e social.

Desse modo, entende-se que todo o conhecimento é socialmente comprometido, interligado e, muitas vezes, dependente de outros conhecimentos. Entende-se, também, que não há conhecimento que possa ser aprendido e recriado se não se parte de problemas a resolver. Uma aprendizagem significativa visa a gerar a capacidade de os alunos compreenderem e intervirem na realidade na qual estão inseridos, numa perspectiva autônoma e desalienante, de forma a perceberem que nenhum conhecimento existente em nossa realidade age de forma neutra.

Assim, o enfoque CTS destaca-se como promissor para o trabalho pedagógico no Ensino Médio, pela forma como concebe o currículo. Ele se caracteriza por uma organização conceitual com uma preocupação em temas sociais, procurando desenvolver atitudes que favoreçam o julgamento, por meio do estudo da ciência, voltada aos interesses sociais, buscando a compreensão das implicações sociais dos conhecimentos científico e tecnológico.

Por ter um caráter interdisciplinar, o enfoque CTS afasta o estabelecimento de fronteiras rígidas e excludentes entre os saberes. A busca de um ensino mais reflexivo e contextualizado está em sintonia com esse enfoque que persegue também os objetivos de formar um cidadão crítico, capaz de interagir com a sociedade.

Enfim, a utilização do enfoque CTS no Ensino Médio não se reduz somente a mudanças organizativas e de conteúdo curricular: alcança também uma postura epistemológica. Ele parte do princípio no qual o objetivo do professor é a promoção de uma atitude criativa e crítico-reflexiva, ao invés de conceber o ensino como um processo de transmissão de informações por meio de “macetes” e memorização. Para que se atinja esse tipo de formação, será necessária uma nova postura frente aos conteúdos a serem estudados;

afinal, a pretensão do enfoque CTS é buscar e incentivar a participação dos estudantes em conjunto com o professor.

Diversas perspectivas se abrem no Ensino Médio com a utilização do enfoque CTS. Devido aos objetivos e propostas que apresenta, ele poderá contribuir no questionamento e crítica de vários outros conhecimentos, pois não é somente o ensino das ciências ligadas à natureza que devem se responsabilizar pelos princípios de ação cidadã, mas também o ensino da Geografia, História e a própria Matemática precisa preocupar-se em desenvolver seu lado reflexivo em favor de um contexto social mais justo.

Precisamos ultrapassar a velha idéia de que discutir sobre ciência é tarefa das disciplinas de Química, Física ou Biologia; participamos de um compromisso social comum. Todos os conhecimentos contribuem em igual escala nas tarefas de lutar por um mundo mais justo e mais humano. É necessário quebramos o mito de que as ciências exatas, como por exemplo, a matemática, devem ficar alheias a tais questionamentos anteriormente tecidos. Por trabalhar mais especificamente com números, atribui-se-lhe um “status” de ciência inquestionável. Porém, ao contrário do que se pensa, a sua não neutralidade está presente nos assuntos de interesses sociais, ajudando a moldar a sociedade tecnológica da mesma forma que os demais conhecimentos. Infelizmente, o que percebo é que a matemática tem sido apresentada como mero instrumento de cálculo, sem responsabilidade no contexto social.

É urgente transpormos essa idéia tradicionalista sobre a concepção que temos do conhecimento matemático. Como docente dessa área, enfatizo a pertinência de trazer para a Educação Matemática o conhecimento reflexivo e questionador, defendendo que ele possa auxiliar, também, na avaliação dos artefatos e *mentefatos* que a matemática ajudou a entender e construir ao longo de nossa história. Seu ensino também deve partir de problemas que envolvam a ciência e a tecnologia presentes nos mais variados ramos da atividade humana, uma vez que o conhecimento matemático é parte operante e transformadora do contexto social.

A Educação Matemática, em seu sentido crítico, precisa contribuir para preparar os alunos para a cidadania; estabelecer a matemática como uma ciência que analisa as características críticas de relevância social; considerar os interesses dos alunos; refletir sobre a matemática, a qual pode ser um instrumento problemático. (SKOVSMOSE, 2001a). Percebemos que essa é uma preocupação que vem se despontando na Educação Matemática, em autores como Skovsmose (1988, 2001a, 2001b, 2004), Frankenstein (sd) e em Borba e Skovsmose (2001), quando estes levantam a necessidade de um ensino de matemática mais crítico-reflexivo e voltado para a sociedade.

Acredito que a introdução do enfoque CTS no ensino de matemática poderá promover um ensino-aprendizagem que propicie ao aluno habilidade de discussão sobre assuntos relacionados com a ciência, a tecnologia e a implicação social das ciências nos aspectos ligados a sua área de atuação, que possa levá-lo, enfim, a uma autonomia profissional crítica.

Em suma, por considerar que o conhecimento matemático não é apenas uma ferramenta operativa neutra, mas que se constitui num conhecimento avaliativo e transformador da realidade, destacarei no capítulo a seguir sua importância na avaliação dos artefatos e *mentefatos* que ele ajuda a entender e a construir em nossa sociedade científico-tecnológica. Argumentarei também que essa forma de conceber o conhecimento matemático encontra respaldo na Educação Matemática Crítica, a qual se relaciona com os pressupostos do enfoque CTS.

**A Educação Matemática Crítica:
reconhecendo a importância do enfoque
CTS no contexto do conhecimento
matemático**

*“É preciso que professores e alunos se enxerguem como atores
do processo de construção do saber e vejam menos a
matemática como onipresente (contexto neutro), onisciente (a
verdade final) e onipotente (funciona em todo lugar).”*

Borba e Skovsmose

Conforme apresentei no segundo capítulo, ao se fazer uma leitura mais reflexiva nas entrelinhas da atual LDB e, conseqüentemente, nos PCNEMs, percebemos a ênfase que se dá à necessidade de proporcionar aos alunos o contato com assuntos que tratem da relação científico-tecnológica com o meio social, em todas as áreas do conhecimento. No entanto, o que tenho percebido é que os trabalhos que procuram focar tal temática têm priorizado no Ensino Médio, em sua maioria, as ciências da natureza: Física, Química e Biologia. As demais áreas do conhecimento parecem não estar preparadas para introduzir tais assuntos no cotidiano escolar, ou melhor, têm dificuldades em realizar alguma atividade que favoreça o enfoque dos mesmos.

Em particular, uma dessas áreas que têm encontrado dificuldades em tratar de assuntos que envolvem a ciência, a tecnologia e a sociedade é a de matemática. A proposta dos PCNEMs para a Matemática no Ensino Médio sugere que esse conhecimento não fique indissolúvelmente vinculado a um contexto prático único, mas que seja generalizado e transferido a outros contextos. Destaca, ainda, que a matemática deve ser abordada de forma a promover o desenvolvimento e a aquisição de competências e habilidades necessárias para que o aluno, como cidadão, venha integrar-se à sociedade, modificando e melhorando a realidade social. (BRASIL, 1999b).

Contudo, mesmo destacada a necessidade de os alunos compreenderem a matemática em seu envolvimento com a realidade – e isso implica, também, suas relações com as demais ciências, com a tecnologia e com a sociedade – a efetivação desse entendimento ainda é precária. Os alunos precisam, além de ter contato com os algoritmos e as origens do conhecimento matemático, precisam também conhecer suas influências sobre a sociedade; eles necessitam, ainda, discutir essas influências e posicionarem-se frente às informações que recebem. É necessário que eles concebam a matemática como um conhecimento profundamente interligado com a ciência e com a tecnologia e, dessa forma, entendam a sua influência em tantas decisões de várias ordens sociais, tomadas com base na quantificação.

No entanto, conforme já comentei em um momento anterior, Skovsmose (2001a) afirma que a relação mais próxima que se tem da Educação Matemática com a tecnologia é a preocupação em como introduzir nas aulas de Matemática os artefatos tecnológicos, entre eles a calculadora científica, o computador, a TV etc. Ou seja, ressalta-se a importância do uso de equipamentos que possam tornar o ensino da matemática mais eficiente e atrativo para os alunos, e dificilmente se retrata como a matemática está a influenciar na produção e repercussão de tais aparatos tecnológicos. Um exemplo disso são os modelos matemáticos utilizados em nossa sociedade, os quais dificilmente são compreendidos pelas pessoas que

estão de fora da situação. E o que é pior, muitas vezes essas pessoas não têm interesse em compreender, analisar, questionar e criticar esse modelo, nem em refletir sobre ele. De acordo com Borba e Skovsmose (2001, p. 135), raramente questionamos um modelo: [...] *o que é feito por meio desse modelo? Que ações sociais e tecnológicas são realizadas? Quais são as implicações sociais políticas e ambientais dessas ações?* Dificilmente fazemos tal reflexão, ainda mais quando temos respostas quantificadas, porque *a matemática sempre foi considerada como um conhecimento onipresente (contexto neutro), onisciente (a verdade final) e onipotente (funciona em todo lugar).*(BORBA; SKOVSMOSE, 2001, p. 143).

Em vista disso, é urgente refletir sobre essa relação que se concebe entre o conhecimento matemático, a ciência, a tecnologia e a sociedade, o qual é muito mais amplo do que simplesmente o uso que dos equipamentos se faz. A matemática cria algoritmos, modelos, que de certa forma, tendem a encaixar a realidade dentro de suas definições, de forma que se acredite que moldar matematicamente a realidade poderá nos dar indícios de certeza.

No ambiente escolar, dentro da área de matemática, tais preocupações vêm ganhando espaço por meio da Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 1988, 2001a). Tal perspectiva da Educação Matemática sustenta-se na necessidade de o ensino de matemática abranger a dimensão crítica do conhecimento, evidenciando seu papel nas relações existentes na sociedade (conforme propõem também os PCNEMs). Ser crítico significa dirigir a atenção para uma situação crítica, identificando-a, tentando abarcá-la, compreendendo-a e reagindo a ela²¹. (Skovsmose, 2001a). A Educação Matemática Crítica vem configurar a preocupação com o lado crítico-reflexivo do conhecimento matemático em suas relações com a ciência, a tecnologia e o contexto social. Isso vem reforçar o fato de que os educadores da Matemática, mesmo muitas vezes não conhecendo os pressupostos do enfoque CTS, sentem a necessidade de o conhecimento matemático proporcionar um ensino que leve a formação de um cidadão que compreenda o funcionamento e repercussão dos produtos e processos tecnológicos usados pela sociedade contemporânea. Tal educação reconhece também a importância de se informar o aluno dos mecanismos sociais existentes para que ele, enquanto cidadão, possa dispor deles ou lutar para consegui-los, a fim de transformar a realidade em que está inserido.

Diante disso, a Educação Matemática Crítica considera a necessidade de oportunizar estratégias de ensino que visem à formação de competência crítica e reflexiva frente à ciência e à tecnologia. Nesse sentido, considero que ao desenvolvermos um ensino-aprendizagem

²¹ Tal concepção de crítica é que estarei utilizando durante meu estudo.

voltado para uma abordagem crítico-reflexiva do conhecimento, estaremos levando o aluno a relacionar o ensino ao ato de indagar ou inquirir a vida (natural ou social) por meio da matemática. Esse questionamento é acompanhado da reflexão, que abre os horizontes da compreensão do sujeito no meio em que vive.

Nessa perspectiva, explicito neste capítulo a relação existente entre a Educação Matemática Crítica e os pressupostos do enfoque CTS. Julgo que, para compor um trabalho em sala de aula que vise a tal relação, faz-se necessário nos utilizarmos de outras tendências da Educação Matemática, que possam ancorar tal perspectiva. Entre essas tendências, selecionei a Resolução de Problemas, a Modelagem Matemática e a História da Matemática. Pressuponho que, com esse encaminhamento, a Educação Matemática passará a agir como um guia que ajudará o aluno a buscar elementos para a resolução dos mais variados problemas que possam envolver o contexto científico-tecnológico e social, ampliando-lhe esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos fenômenos coletivos em favor da humanidade.

3.1 A Educação Matemática Crítica

A Matemática ensinada em nossas escolas tem sido compreendida, de acordo com Carvalho (1989), como algo que não pode ser construído pelo aluno, porque ela é concebida como saber acabado, pronto e incontestável, não havendo espaço para a construção do conhecimento: o aluno torna-se, necessariamente, passivo. Corroborando tal idéia, podemos observar que as atividades matemáticas são em sua maioria, repetições mecânicas; não intrigam, não propiciam a descoberta, porque pensa-se que não há o que descobrir. O que existe na verdade são fórmulas, teoremas e modelos prontos, de onde o aluno escolhe a fórmula, aplica-a e o problema está resolvido. Isso tem tornado a Matemática encapsulada, encasulada :

Trata-se do extremo isolamento que cresce a cada dia na escola em relação ao mundo que a rodeia; como se na escola o que contasse é aprender vários tipos de regras simbólicas, aprendizagem essa que deve ser demonstrada no seu próprio interior. (MOYSÉS, 1997, p.63)

Complementando esse pensamento, Imenes (1989) destaca que a Matemática trabalhada em nossas escolas, desde que se tornou um saber escolar, vem se desenvolvendo num ambiente exclusivamente matemático, fechado em si mesmo. Esse modo de ver a matemática, estritamente vinculado à visão platônica, situa o mundo das idéias de forma distinta do mundo em que vivemos. Acaba assim, por gerar e manter uma concepção que vê a

matemática como dada, distanciada do fazer humano. É essa concepção que, de modo geral, veicula-se na escola e na sociedade.

Borba e Skovsmose (2001) reforçam essa idéia, ao afirmar que o conhecimento matemático dado como pronto e incontestável tem predominado em muitas de nossas escolas, pelo fato de existir o que eles chamam de *ideologia da certeza* (grifo da autora) matemática. Os autores argumentam que:

A ideologia da certeza como uma estrutura de interpretação geral e fundamental para um número crescente de questões que transformam a matemática em uma linguagem de poder. Essa visão da matemática – como um sistema perfeito, como pura, como uma ferramenta infalível se bem usada – contribui para o controle político. (BORBA; SKOVSMOSE, 2001, p.129)

Essa visão confere à matemática um “poder de argumentação” frente aos debates existentes em nossa sociedade. É comum verificarmos nos programas de TV, nas ciências, na tecnologia, nos jornais, que a matemática participa de forma imperceptível na estruturação do debate político. Nesse sentido, Borba e Skovsmose (2001) comentam que a matemática tende a funcionar como um instrumento estável e inquestionável em um mundo muito instável. Dessa forma, destacam os autores que é comum encontrarmos frases como:

Foi provado matematicamente; os números expressam a verdade; os números falam por si mesmos; as equações mostram/asseguram que são freqüentes em nossa mídia e nas escolas. Essas frases parecem expressar uma visão da matemática como uma referência “acima de tudo”, como um “juiz”, que está acima dos seres humanos, como um artifício não-humano que pudesse controlar a imperfeição humana. (SKOVSMOSE; BORBA, 2001, p. 129)

Podemos perceber, pelas palavras dos autores, que a *ideologia da certeza* impõe à matemática uma supremacia que se aplica sem nenhuma distinção. Verificamos, muitas vezes, que até mesmo variáveis qualitativas exigem uma quantificação por meio da matemática, pois considera-se que um argumento baseado na matemática é sempre mais confiável do que aquele descrito por meio da forma subjetiva. Esse fato levou Borba e Skovsmose (2001, p. 130-131) a resumirem algumas idéias que vêm reafirmar a *ideologia da certeza* matemática em nossa sociedade:

1-A matemática é perfeita, pura e geral, no sentido de que a verdade de uma declaração matemática não se fia em nenhuma investigação empírica. A verdade matemática não pode ser influenciada por nenhum interesse social, político ou ideológico;

2-A matemática é relevante e confiável, porque pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais. A aplicação da matemática não tem limite, já que é sempre possível matematizar um problema.

Uma das questões que respalda a *ideologia da certeza* é quando pensamos que a aplicação do conhecimento matemático em um problema ou na construção de um modelo é neutra²² e não ajuda a formatar o problema, nem a solução. Isso pode acarretar várias implicações, principalmente quando se relaciona a matemática com a tecnologia. Borba e Skovsmose (2001, p. 133) destacam que a tecnologia *não pode ser vista como uma simples ferramenta por meio da qual a humanidade tenta “sobreviver” em sua luta com a natureza*. Skovsmose (2001b) complementa isso, ao enfatizar que a humanidade está imersa em uma *tecnonatureza*. A tecnologia na *tecnonatureza* tornou-se uma faca de dois gumes. Ela é uma importante fonte para soluções de problemas, mas é também causadora de vários outros problemas. E, nessa *tecnonatureza*, a matemática exerce grandes influências, organizando vários setores de nossa sociedade. A matemática pode ser usada de uma forma prescritiva e, assim, tornar-se um princípio para projetos tecnológicos. (DAVIS e HERSH, 1998). É dessa forma que a matemática passa a exercer o que Borba e Skovsmose (2001) chamam de *poder formador*²³ sobre a sociedade.

Presente em nossa sociedade, a *ideologia da certeza* se transfere também para o ambiente escolar, principalmente quando consideramos que a matemática tem apenas uma resposta correta. Isso ocorre muito freqüentemente, quando aceitamos apenas a resposta final das questões matemáticas e não a maneira como a resolução ocorreu, ou quando deixamos de verificar se aquela resposta satisfaz realmente o problema que estamos resolvendo. Borba e Skovsmose (2001) afirmam que a *ideologia da certeza* formata a comunicação entre professor e aluno, de maneira que dificilmente os alunos têm oportunidade de argumentar as suas respostas, tendo sempre que aceitar a referência de autoridade do professor. O conhecimento matemático é geralmente concebido pelo professor como algo imutável e inquestionável. Porém, Borba e Skovsmose (2001) ressaltam que isso não é culpa dele. Os professores são parte de uma cadeia que contribui para difusão da *ideologia da certeza*: ela inclui pais, negócios, agências de fomento etc. Além disso, os autores reforçam que os próprios professores freqüentemente são formados por matemáticos que não estão, em geral, interessados em questões educacionais ou filosóficas sobre a incerteza em matemática.

²² A neutralidade atribuída tanto às ciências quanto à tecnologia é um dos pontos de grande discussão no enfoque CTS.

²³ De acordo com Borba e Skovsmose (2001) formatar significa dar forma estabelecendo alguns padrões.

Essa cadeia de acontecimentos é transferida para o aluno, por intermédio de problemas e aplicações nos quais se admite uma única solução, resolvida por um único método. O poder de argumentar outras formas de solução ou, então, de questionar se aquela resposta está adequada para aquele tipo de problemas não é favorecido aos alunos.

Diante disso, cabe iniciarmos um processo que permita o desmitificar da *ideologia da certeza* matemática, que possibilite ao aluno ver a matemática por dentro e por fora. Nesse processo, cabe ao ensino-aprendizagem da matemática:

Possibilitar ao aluno a descoberta de novos fatos, acerca da própria pessoa, sociedade, cultura e capacitar o estudante a fazer melhores julgamentos e tomar decisões; construir relações entre conceitos matemáticos, situações concretas e experiências pessoais. (FASHEH, 1998, p. 12).

Sendo assim, ao desvelar a *ideologia da certeza*, o aluno poderá aprender e usar a matemática ao mesmo tempo em que compreende seu verdadeiro papel como cidadão e transformador social. Nesse sentido, precisamos possibilitar ao aluno aprender a encarar a matemática na sua interação com as demais ciências, trazendo uma melhor compreensão do contexto global. A matemática deve transcender a idéia de uma ciência isolada e relacionar-se com questões mais amplas, fornecendo ao aluno uma visão mais crítica e mais elaborada sobre o nosso meio. Isso o levará a pensar que os cidadãos têm direitos e deveres, mas que seu pleno exercício poderá estar bloqueado pelo poder formatador da matemática.

Uma educação matemática crítica e reflexiva, trabalhada em torno dos modelos e pressupostos utilizados para se obter certos resultados, poderá favorecer às pessoas uma cidadania mais participativa em situações comuns como as audiências de programas televisivos e outros estudos estatísticos que são apresentados em meios de comunicação social. Diante disso, poder-se-á questionar: tais estudos são confiáveis? Por quê? Será como um abrir os olhos e acordar para uma realidade que estava oculta.

Tais questionamentos levarão os alunos a exercer a sua cidadania, pois assim teremos um olhar diferente sobre a educação e sobre o nosso papel enquanto cidadãos. Surgem novas preocupações com uma prática mais orientada para o desenvolvimento da reflexão crítica e discernimento dos juízos de valor nos alunos. Ao sublinhar uma educação voltada para tais questões, não se enfatiza o abandono do conteúdo matemático nas situações de ensino, mas o resgate de sua dimensão crítica. Trabalhar visando a esse tipo de Educação Matemática significa desenvolver no aluno *competência crítica* (grifo da autora), a qual visa à crítica, no sentido de incentivar o cidadão, para que tome consciência de sua capacidade de participar da democratização da sociedade.

De acordo com os comentários tecidos, Skovsmose (2001b) ressalta que o objetivo principal da Educação Matemática Crítica é possibilitar aos alunos a interpretação da realidade, de forma que eles tenham condições de organizarem-se para intervir no contexto social e político em que estão envolvidos. Nesse sentido, o autor destaca que a matemática, quando concebida criticamente, pode levar a transformações de cunho científico, tecnológico e social. Skovsmose (2001b) complementa que a Educação Matemática Crítica poderá conduzir o estudante pelos caminhos da socialização na atual sociedade tecnológica, produzindo possibilidades de atitudes críticas em relação a essa sociedade. Argumenta, ainda, que o aluno deve tornar-se crítico dos usos da matemática e da tecnologia e compreender quais os efeitos desses usos em nossa sociedade.

A Educação Matemática Crítica, segundo Skovsmose (2001a), não é um tópico particular da matemática, mas sim expressão de algumas preocupações mais amplas sobre a Educação Matemática. Por isso, o autor estabelece alguns pontos que devem ser levados em conta ao se desenvolver o ensino de matemática em sala de aula: preparar os alunos para a cidadania; estabelecer a matemática como um instrumento para analisar características críticas de relevância social; considerar os interesses dos alunos; considerar conflitos culturais nos quais a escolaridade se dá; refletir sobre a matemática, a qual pode ser instrumento problemático; estimular a comunicação em sala de aula, uma vez que as interrelações oferecem uma base à vida democrática. Por conseguinte, Skovsmose (2001a) ressalta que a Educação Matemática Crítica não pode ser algo imposto aos alunos, é preciso que eles sintam-se convidados a serem críticos.

Dessa forma, existe uma grande ênfase na relação professor-aluno, na qual ambos são considerados como ativos no processo, dando-se prioridade ao diálogo. Nesse sentido, Skovsmose (2001a, p. 17) cita Paulo Freire (1970), ressaltando a importância de uma pedagogia emancipadora em todos os graus de ensino.

Através do diálogo, o professor-dos-estudantes e os estudantes-do-professor se desfazem e um novo termo emerge; professor-estudantes com estudantes-professores. O professor não é mais meramente o o-que-ensina, mas alguém a quem também se ensina no diálogo com os estudantes, os quais, por sua vez, enquanto estão ensinando, também aprendem. Eles se tornam conjuntamente responsáveis por um processo no qual todos crescem.

A importância do diálogo na sala de aula é destacada pelo fato de Skovsmose (2001a) considerar que se o professor deseja promover uma atitude democrática por meio da educação, então não se aceita que ele desempenhe um papel decisório e prescritivo em sala de aula. Sendo assim, a Educação Matemática Crítica enfatiza a *competência crítica*, que deve

ser atribuída a professores e alunos, no que diz respeito ao desenvolvimento das competências e habilidades dos alunos para abordarem criativamente a vida diária, de tal maneira que eles possam apoiar os processos de democratização na sociedade. Pode-se dizer, especificamente, que a *competência crítica* é orientada para o desenvolvimento da capacidade de interpretar e construir argumentos matemáticos em situações diversas.

Para que possamos desenvolver a *competência crítica* junto a nossos alunos, Skovsmose (2001a) destaca que precisamos ter em mente que tipo de alfabetização queremos proporcionar ao nosso aluno por meio da matemática. Nesse sentido, Skovsmose (2001a) ressalta ser necessário uma alfabetização geral, ou seja, aquela que se volte para a leitura do mundo. Para tanto, o referido autor destaca a importância da concepção de alfabetização proposta por Giroux (1989, p. 151):

A alfabetização não está apenas relacionada com os pobres ou com a falta de habilidades de grupos desfavorecidos para ler e escrever adequadamente; está também fundamentalmente ligada a formas de ignorância política e ideológica que funcionam como recusa em conhecer os limites e as conseqüências políticas da visão de mundo de alguém. [...] O que é importante reconhecer aqui é a necessidade de reconstruir uma visão radical de alfabetização, centrada na importância de identificar e transformar essas condições sociais e ideológicas que minam a possibilidade de formas de vida comunitária e pública organizadas em torno dos imperativos de uma democracia crítica.

Entendida a partir de tal concepção, a alfabetização matemática, segundo Skovsmose (2001a), seria um pré-requisito para a emancipação social e cultural, levando o aluno a fazer uma leitura matemática do mundo, tendo a *competência crítica* para fazer seus julgamentos e tomar decisões frente aos fenômenos nos quais a matemática está envolvida.

Porém, a noção de *competência crítica* remete à idéia de que a crítica não é possível, se ficar restrita ao âmbito do conhecimento matemático e ao âmbito técnico, ou seja, àquele conhecimento de como construir um modelo matemático e como aplicar matemática. (SKOVSMOSE, 2001a). A *competência crítica* sublinha a reflexão sobre a natureza das operações matemáticas, suas aplicações e limitações, por entender que a matemática não é um conhecimento que pode ser aplicado de forma incontestável a qualquer fenômeno de nosso meio. Na verdade, é um conhecimento que deve ser analisado, criticado e refletido, a fim de que se possam tomar as decisões cabíveis em relação ao problema que se está tentando estudar.

Para que os alunos possam alcançar tal *competência crítica*, Skovsmose (2001a) ressalta ainda que a Educação Matemática deverá, além de proporcionar uma alfabetização

matemática voltada para o entendimento das influências que a matemática possa estar exercendo em nosso meio científico-tecnológico e social, contribuir na formação de três importantes conhecimentos: o matemático, o tecnológico e o reflexivo. Skovsmose (2001a) comenta que a matemática pode ser vista como parte do processo de desenvolvimento tecnológico. As ciências e a própria tecnologia se desenvolvem por meio da matemática. O autor questiona: se subtrairmos o conhecimento matemático da nossa sociedade altamente tecnológica, que conhecimento tecnológico teremos? Ele sugere o conhecimento reflexivo para moderar as instâncias e ajudar nas decisões. Ressalta ainda que, se queremos verificar até que ponto a matemática tem um poder de formatação sobre nossa sociedade, precisamos investigar o impacto do conhecimento matemático sobre a tecnologia e a sociedade.

Nesse sentido, Skovsmose (2001a, p. 115-116) explicita a que se refere cada um dos três conhecimentos acima citados, na Educação Matemática:

1-Conhecer matemático, que se refere à competência normalmente entendida como habilidades matemáticas, incluindo-se as competências na reprodução de teoremas e provas, bem como ao domínio de uma variedade de algoritmos;

2-Conhecer tecnológico, que se refere às habilidades em aplicar a matemática e às competências na construção de modelos. A importância do conhecer tecnológico tem sido enfatizada pela tendência dirigida para aplicações na educação matemática, que afirma que, até mesmo se os estudantes aprendem matemática, nenhuma garantia existe de que a competência desenvolvida é suficiente quando se trata de situações de aplicação. Mais do que a matemática pura, tem de ser dominado a fim de se poder aplicar matemática. Essa competência extra, chamarei de competência tecnológica. De forma geral, é o entendimento necessário para usar uma ferramenta tecnológica para alcançar alguns objetivos tecnológicos;

3-Conhecer reflexivo, que se refere à competência de refletir sobre o uso da matemática e avaliá-lo. Reflexões têm a ver com avaliações das consequências do empreendimento tecnológico.

Skovsmose (2001a) relaciona o conhecer reflexivo com o tecnológico, ao considerar que o conhecer tecnológico é incapaz de prever e analisar os resultados de sua própria produção. Considera, nesse caso, a necessidade de uma reflexão para se interpretar e entender os seus verdadeiros objetivos. O conhecer reflexivo e o conhecer tecnológico constituem dois tipos de conhecimentos interdependentes. É necessário ter compreensão do empreendimento tecnológico para dar suporte às reflexões. Nesse sentido, o conhecer tecnológico objetiva a resolução de um problema, ao passo que o objetivo da reflexão está em avaliar até que ponto a solução tecnológica sugerida trará benefícios para a maioria.

Ao examinarmos os pressupostos da Educação Matemática Crítica e os compararmos com os do enfoque CTS, percebemos que há uma profunda relação entre eles, o que nos dá suporte para tratar a matemática em suas interrelações com os problemas que nos cercam, reconhecendo que a matemática pela matemática pode se transformar em um mecanismo de alienação. Porém, quando utilizada de forma crítica, poderá auxiliar na compreensão da realidade, constituindo-se num importante conhecimento nas mãos dos alunos que buscam uma sociedade mais justa. Apesar de não determinar diretamente a capacidade de intervenção política na sociedade, a formação matemática pode potencializá-la, pois, à medida que estimula a intervenção social dos sujeitos, a Educação Matemática pode contribuir com a contraposição aos mecanismos sociais de cunho autoritário.

Skovsmose (2000, 2001a, 2004) e Borba (2001) consideram que a matemática ao ser concebida como uma ciência construída socialmente, está presente em vários ramos da atividade humana. Tal concepção de ciência está em perfeito acordo com a concepção proposta pelo enfoque CTS. Isso faz com que a matemática passe a participar de muitas das decisões que ocorrem em nossa sociedade, principalmente as que se envolvem com o contexto científico-tecnológico.

Skovsmose (2001a), assim como autores que trabalham com o enfoque CTS, entre eles Garcia et al. (1996), Bazzo (1998), Osorio (2002), Auler (2002), Cerezo et al. (2003), destaca que a tecnologia estabelece as relações de poder existentes em nossa sociedade e que, por meio dela, é possível estabelecer e/ou intensificar essas relações. Por isso, a necessidade de capacitar os cidadãos com uma *competência crítica* para não somente aceitar tais decisões, mas principalmente para questioná-las, exigindo a participação em debates que possam envolver o ambiente em que vivemos. Por isso existe a necessidade de questionar os feitos tecnológicos, tanto no que diz respeito aos seus benefícios quanto aos riscos que possam trazer para o nosso meio.

Dessa forma, podemos compreender que é objetivo da Educação Matemática Crítica, assim como do enfoque CTS, formar um sujeito crítico e reflexivo. O processo de ensino-aprendizagem da matemática, numa perspectiva crítico-reflexiva, tem como foco principal, além de ensinar os alunos a usar modelos e algoritmos matemáticos, levá-los a questionar o porquê de tais algoritmos e modelos, como e para que eles podem servir. A Educação Matemática Crítica pode desafiar os estudantes a questionarem as ideologias dominantes usando os modelos e algoritmos matemáticos, para revelar as contradições e o domínio do poder de uma classe sobre as outras.

No entanto, para que a Educação Matemática Crítica possa se efetivar em sala de aula, abrangendo os pressupostos do enfoque CTS, ressalto que tal proposta de trabalho precisa encontrar estratégias que propiciem condições para o desenvolvimento dessas competências, o que não se dá por meio simplesmente do conhecimento. É necessário pensarmos de que forma essa proposta poderá ser introduzida em sala de aula e nos questionamentos sobre que tipo de atividades poderiam ser selecionadas para desenvolvê-la.

De acordo com a amplitude do trabalho que pode ser realizado por meio da Educação Matemática Crítica com vistas ao enfoque CTS, percebo que existem tendências da Educação Matemática, entre elas a Resolução de Problemas, a Modelagem Matemática e a História da Matemática, que poderiam contribuir na condução do trabalho pedagógico. Nesse sentido, penso ser interessante tecer nas próximas seções alguns comentários sobre as referidas tendências, de maneira a melhor situar a importância delas dentro dos pressupostos do trabalho que se pretende desenvolver.

3.1.1 Resolução de Problemas

Em todos os níveis de sua atuação, o conhecimento matemático apresenta-se ligado à resolução de problemas que, na maioria das vezes, envolve outras áreas do conhecimento. É nesse sentido que a matemática tem desempenhado um papel significativo no desenvolvimento da ciência, da tecnologia e, em consequência disso, da própria sociedade. A vida cotidiana está sempre colocando o homem diante de situações-problema, problemas pessoais, problemas científicos etc. São os mais variados problemas, desde os mais simples aos mais complexos, que exigirão uma nova estratégia para concretizar um ato de criação, que é inerente ao ser humano.

Na vida cotidiana, a transformação da sociedade se dá de maneira surpreendente e imprevisível, exigindo cada vez mais do ser humano sua capacidade criativa. Assim, a estratégia de Resolução de Problemas, no ensino da matemática, deve estar voltada para o desenvolvimento do pensamento criador. Entretanto, para que tal tendência venha de fato contribuir para o desenvolvimento de um raciocínio criativo, as estratégias de ensino não podem levar os alunos a atividades meramente reprodutoras, nas quais os problemas são agrupados de forma a seguir um modelo, exigindo-se do aluno apenas a seleção de um dos esquemas previamente preparados, o que quase sempre ocasiona o desinteresse. A preocupação em resolver problemas no ensino-aprendizagem de matemática, é a de levar o

aluno a compreender a Resolução de Problemas como um processo. O que interessa é o raciocínio desenvolvido e não somente a resposta encontrada.

Uma das importâncias que se dá atualmente para a Resolução de Problemas em Matemática é que esse processo de representação e organização do conhecimento matemático sempre esteve presente nos registros históricos de diferentes povos, de diferentes regiões. E isso nos ajuda a refletir sobre os processos que impulsionaram os homens a desenvolver as mais diferentes técnicas de cálculo, com o intuito de solucionar os problemas criados em seu dia-a-dia. Foram muitos os fatores que fizeram com que os homens, no decorrer de um longo processo histórico, buscassem novos caminhos matemáticos para solucionar os problemas com que se deparavam em seu cotidiano. Nessa mesma linha de raciocínio, é possível identificarmos, no presente momento, uma série de situações análogas que também fazem com que os homens busquem caminhos alternativos para solucionar os problemas correlacionados principalmente ao processo científico-tecnológico.

A sociedade atual exige do sistema educacional, mais do que nunca, a capacitação das pessoas para resolver problemas. O vocábulo “problemas” não refere apenas a problemas matemáticos, mas a uma situação desconhecida total ou parcialmente, sobre a qual se deve tomar uma decisão razoável, em um período de tempo determinado. (GROENWALD, 1999). Nesse sentido, em uma sociedade tecnológica que se caracteriza por rápidas mudanças, os alunos necessitam saber como adquirir informações e competências que lhes sejam úteis para que possam resolver os mais variados problemas.

É preciso tornar os alunos pessoas capazes de enfrentar situações e contextos variáveis, que exijam deles a aprendizagem de novos conhecimentos e habilidades. [...] um dos veículos mais acessíveis para levar os alunos a aprender a aprender é a resolução de problemas. (POZO, 1998, p. 9).

A caracterização de Educação Matemática, em termos de Resolução de Problemas, faz com que o professor se concentre na maneira como a matemática poderá ser ensinada e o que dela poderá se aplicar para resolver problemas simples ou complexos. Muito embora se considere que a aquisição do conhecimento matemático seja essencial, torna-se importante também que o aluno possa aprender a matemática e ser capaz de usá-la para resolver os problemas de sua vida cotidiana. Nesse sentido, Dante (1989) lista alguns motivos pelos quais os docentes deveriam se utilizar da Resolução de Problemas em sala de aula: resolver problemas faz com que o aluno pense produtivamente; desenvolva o raciocínio; ensina o aluno a enfrentar situações novas; dá a ele a oportunidade de envolver-se com as aplicações

da matemática; torna as aulas mais interessantes e desafiadoras; equipa o aluno com estratégias para resolver problemas e dá condições para que as pessoas possam entender o mundo matematicamente organizado.

Em complemento, Onuchic (1999, p. 207) considera também ser de grande importância a Resolução de Problemas, principalmente ao se introduzir um novo tópico dos conteúdos matemáticos em sala de aula.

Podemos começar um tópico matemático com uma situação-problema que expressa aspectos-chave desse tópico e são desenvolvidas técnicas matemáticas como respostas razoáveis para problemas. [...] O aprendizado, deste modo, pode ser visto como um movimento concreto (um problema do mundo real que serve como exemplo do conceito ou da técnica operatória) para o abstrato (uma representação simbólica de uma classe de problemas e técnicas para operar com esses símbolos).

Esse procedimento incentiva o aluno a interagir com o conhecimento matemático, construindo-o paulatinamente no decorrer de sua formação acadêmica. Essa interatividade entre a investigação diante do problema apresentado e o conteúdo desenvolvido motiva o aluno a buscar estratégias para dar conta da situação a ser resolvida. Dessa forma, Onuchic (1999) considera que: ensinar estratégias de resolução de problemas melhora o desempenho dos alunos; os estudantes devem participar ativamente de todo processo e devem ter amplas oportunidades para resolver uma grande variedade de problemas propostos. Entretanto, a autora comenta que ensinar matemática por meio da Resolução de Problemas não significa, simplesmente, apresentar um problema, sentar-se e esperar que uma mágica aconteça. O professor é responsável pela criação e manutenção de um ambiente matemático motivador e estimulante em que a aula deve transcorrer. Nesse sentido, podemos considerar que o aluno resolve um problema quando se depara com uma situação nova que o motive, que o envolva em um processo criativo, reflexivo, que possibilite a ele a tomada de decisões, o planejamento, a execução e a avaliação na busca por uma solução.

De acordo com Onuchic e Allevato (2004, p. 216):

A caracterização de Educação Matemática, em termos de Resolução de Problemas, reflete uma tendência de reação à caracterizações passadas como um conjunto de fatos, domínio de procedimentos algorítmicos ou um conhecimento a ser obtido por rotina ou por exercício mental. Hoje, a tendência é caracterizar esse trabalho considerando os estudantes como participantes ativos, os problemas como instrumentos precisos e bem definidos e a atividade na resolução de problemas como uma coordenação complexa simultânea de vários níveis de atividade.

Verifica-se que, ao se ensinar matemática por meio da Resolução de Problemas, os alunos, além de aprenderem a lidar com os algoritmos matemáticos – incorporam também o hábito da argumentação e da tomada de atitudes. Dessa forma, considera-se que a matemática não é apenas uma ferramenta para resolver problemas, mas sim um caminho que leva a pensar, organizar, analisar, refletir e tomar decisões. Os problemas são essenciais para a formação dos conceitos matemáticos, são a base dessa construção, pois permitem explorar o saber matemático e os pontos que precisam ser esclarecidos. É por meio dos problemas que nos deparamos com aspectos fundamentais do pensamento matemático, transferindo-o para a realidade.

Na Educação Matemática Crítica torna-se relevante a prática da Resolução de Problemas, pois por meio dela se articula a compreensão de que o conhecimento é produzido pelo aluno e não de que o aluno é um mero receptor. Portanto, para que o professor possa trabalhar nessa proposta, é necessário que ele perceba que o aluno é um ser ativo que participa na construção do seu conhecimento. É necessário também que ele, professor, sinta-se parte da proposta em questão.

3.1.2 Modelagem Matemática

A matemática, ao se constituir em um alicerce de quase todas as áreas do conhecimento, permite que, junto às demais ciências, possam ser criadas formas para interpretar nossa realidade. Isso incorre em desenvolver os níveis cognitivo e criativo, nos mais diversos graus de escolaridade, como meio para fazer emergir essa habilidade em criar, resolver problemas e modelar. Assim, o ser humano avança do nível de resolver problemas propostos por intermédio de estratégias e modelos que já conhece, para um nível no qual ele possa criar novos modelos para resolver os problemas que possam aparecer.

Na verdade, o ser humano sempre recorreu aos modelos, tanto para se comunicar com seus semelhantes como para preparar uma ação. Portanto, modelar um fenômeno emerge da necessidade de expressar o conhecimento por meio de possíveis respostas para nossos problemas. Nesse sentido, Biembengut (1999, p. 20) considera que a arte de modelar uma situação caracterizada por modelagem *é uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias.*

Devido às características que possui, a Modelagem Matemática mostra-se como uma forma de capacitar o indivíduo para uma atuação consciente e crítica na realidade em que

vive. Assim, o aluno pode construir modelos abstratos na descrição e resolução de um fenômeno no qual a matemática aparece como linguagem que representa a situação, e como ferramenta na busca de solução para os problemas que envolvem ciência, tecnologia e sociedade.

O ensino de matemática por intermédio da modelagem já foi utilizado em diversas oportunidades no Brasil, tais como em cursos regulares, cursos para biocientistas, programas especiais para professores e projetos de iniciação científica (Bassanezi, 1994). Diversas dissertações e teses de pós-graduação têm abordado esse método e confirmado sua viabilidade na matemática escolar do Ensino Fundamental ao Superior (Gazzetta, 1989; Franchi, 1993; Biembengut, 1997; Caldeira, 1998; Jacobini, 1999; Ferruzzi, 2003).

A Modelagem Matemática permite a aprendizagem por meio da construção de experiências vividas e desenvolvidas através de significados matemáticos. Assim, conteúdos são integrados, uma vez que se torna necessário procurar em outras áreas do saber o conhecimento que explica os fenômenos pela realidade vivida. A Matemática torna-se o fio condutor para a integração dos conteúdos trabalhados na situação educadora.

Para Bassanezi (1994), a modelagem é a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos, de forma que sua resolução possa surgir da interpretação de suas soluções na linguagem do mundo real. No estudo de problemas e situações reais, usamos a matemática como linguagem para compreender e simplificar para uma possível modificação do objeto. Ao partir de situações-problema que envolvem a realidade cotidiana, a Modelagem Matemática, funciona como elemento motivador para o aprendizado da matéria, revelando aos alunos a interação que existe entre as diversas ciências. Bassanezi (1994) afirma que trabalhar com Modelagem Matemática no ensino não é apenas uma questão de ampliar o conhecimento matemático, mas, sobretudo, de se estruturar a maneira de pensar e agir.

Em sala de aula a Modelagem Matemática pode ser vista como uma atividade essencialmente cooperativa, na qual a cooperação e a interação entre os alunos e entre professor e aluno têm um papel importante na construção do conhecimento. Por outro lado, a relação com a sociedade também pode ser fortemente estimulada, uma vez que o problema investigado pelo aluno tem nela a sua origem. Esses aspectos da Modelagem Matemática fazem parte dos argumentos que, ao longo da história, têm sido repetidamente invocados para justificar a introdução das atividades de modelagem nos cursos regulares. Citando Blum (1991), Araújo (2002) comenta que o autor, em uma de suas argumentações, defende a idéia de que não basta aos alunos o domínio de conhecimentos da Matemática para que daí resulte, automaticamente, a capacidade de lidar com situações extra-matemáticas. É necessário que o

ensino da matemática proporcione efetivamente o contato com situações reais. De um ponto de vista bastante próximo a esse, Araújo (2002) comenta que Niss (1989) identifica, entre as razões para incorporar as atividades de modelagem às aulas de Matemática, o desenvolvimento nos alunos da capacidade de resolver problemas por meio da matemática, como cidadãos que irão exercer sua capacidade de tomada de decisão frente à sociedade contemporânea.

Nessa perspectiva, ressalta-se a importância de os próprios alunos construírem novos modelos para entender a realidade, discutindo as suas influências e posicionando-se face aos tópicos abordados, de maneira tal que possam criticar artefatos e *mentefatos* produzidos pela ciência e tecnologia, bem como tomar decisões fundamentadas nas suas reflexões em favor do contexto social.

A discussão dos modelos na disciplina de Matemática pode também ser enriquecida com colocações históricas a respeito do conhecimento matemático em sua relação com a sociedade. Dessa forma, pode-se analisar as necessidades que o fizeram surgir e sua importância para o desenvolvimento da sociedade, entendendo-se que o conhecimento matemático é um produto do saber humano e que tem importância na ciência, na tecnologia e na sociedade.

O trabalho com a Modelagem Matemática conduz ao desenvolvimento de hábitos de rigor, precisão, raciocínio dedutivo, manifestação da capacidade criadora e julgamento pessoal, que não apenas levam a uma aplicação do cálculo, mas que podem ser úteis como forma de estudo e abordagem científica de outros tantos assuntos ligados à vida cotidiana do aluno. Assim, a partir da Modelagem Matemática, os alunos podem construir uma imagem mais concreta da natureza da ciência e da tecnologia, o que os levará a questionar as verdades absolutas tanto na matemática quanto em outras ciências, analisando o uso inquestionado da ciência e tomando decisões sobre problemas em cujas bases se encontra a matemática.

Segundo Borba e Skovsmose (2001), quando se pretende trabalhar com a Modelagem Matemática, é preciso visar a uma *competência crítica*, conforme propõe a Educação Matemática Crítica, uma vez que o trabalho com a modelagem precisa considerar o *poder formatador* da matemática em nossa sociedade. Se a Modelagem Matemática aplicada na sala de aula não considerar a discussão a respeito da complexa relação entre a matemática, as demais ciências, a tecnologia e a sociedade, estará reforçando, de alguma forma, a *ideologia da certeza*, e estará contribuindo para o controle por parte daqueles que detêm o poder.

Skovsmose (1988) comenta que, ao se construir um modelo matemático para se estudar um determinado fenômeno da realidade, é preciso estudar também junto com os alunos os interesses que esse modelo poderá conter de forma implícita, assim como a intenção e interesses dos envolvidos, para que ele não venha a beneficiar uma das partes. O referido autor ainda ressalta que é preciso explicitar ao aluno que o modelo matemático não é uma ferramenta neutra: ele normalmente envolve a mudança ou a reformulação de um problema. Skovsmose (1988) ressalta ainda que ao se trabalhar com os alunos a matemática por meio de modelos, torna-se imprescindível considerar algumas questões: como são usados os modelos? O que representam? Quem os constrói? A quem servem? Dessa forma, além do conhecimento tecnológico e científico, estaríamos aplicando o conhecimento reflexivo na modelagem, pois se trata de uma dimensão crítica voltada à discussão sobre a natureza dos modelos e os critérios usados em suas construções, aplicações e avaliações. (SKOVSMOSE, 2001a).

Nesse sentido, Skovsmose (1988) destaca que mesmo dominando o conhecimento matemático necessário para construção dos modelos, por si só ele não se torna suficiente para a realização de uma análise avaliativa desses modelos. A dimensão crítico-reflexiva ultrapassa os algoritmos matemáticos e as habilidades de modelar, para atingir o patamar da matemática nas práticas científico-tecnológicas e sociais.

Vista dessa forma e frente às possibilidades que oferece, a Modelagem Matemática, poderá promover um ensino-apredizagem que forneça ao aluno habilidade de discussão sobre assuntos relacionados com a ciência, a tecnologia e a implicação social da matemática nos aspectos ligados à sua área de atuação, enfim, que o possa levar a uma autonomia profissional crítica. Por intermédio da modelagem, o aluno percebe que conhecer a matemática não representa apenas ter domínio de técnicas ou de suas aplicações, mas sim na sua dimensão de conhecimento humano. Tal conhecimento envolve, portanto, o aspecto de análise, compreensão e comunicação da realidade.

3.1.3 História da Matemática

Para que o aluno possa compreender como a matemática ajuda a modelar nossa realidade, entender, analisar e resolver os problemas nela existentes, é preciso que ele também possa concebê-la como um conhecimento construído por essa mesma sociedade na qual ele atua. O estudo da construção histórica da matemática leva a uma maior compreensão da evolução desse conhecimento, enfatizando as dificuldades epistemológicas inerentes aos

conceitos que estão sendo trabalhados. Baroni et al. (2004, p. 170), citando Fauvel e Maanen (2001), comentam que:

A História da Matemática, como história das idéias, está estritamente ligada à história da humanidade (ou melhor, faz parte dela). Desta perspectiva nós temos que analisar os contextos cultural, político, social e econômico nos quais essas idéias surgiram.

O uso da História da Matemática tem sido apontado como um importante instrumento para o ensino da disciplina em todos os graus de ensino (Baroni e Nobre, 1999). O valor dessa tendência está reconhecido em textos e programas oficiais que afetam o ensino nacional (PCNs e PCNEM) e está presente em diretrizes dos cursos superiores de matemática. O conhecimento da história da matemática proporciona uma visão dinâmica da evolução desse conhecimento. Apoiada pela maioria dos educadores, a História da Matemática é considerada um tema importante na formação do aluno, possibilitando-lhe a conceber a matemática como um conhecimento em construção, com erros e acertos e sem verdades absolutas, conforme defende o enfoque CTS em sua concepção sobre ciência e tecnologia. Sua importância aparece para reforçar o caráter dinâmico do conhecimento matemático e, dessa forma, permitir que os alunos façam conexões entre os conhecimentos. O enfoque histórico atua como uma proposta metodológica que, entre outros objetivos, motiva o aluno a descobrir a gênese dos conceitos e métodos que aprenderá em sala de aula, permitindo-lhe assim fazer relação das idéias matemáticas vistas em sala de aula com suas origens em nossa sociedade.

A História da Matemática possibilita também a contextualização deste saber, de forma a mostrar que seus conceitos e algoritmos surgem numa época histórica, dentro de um contexto social e político. Essa visão da matemática faz com que ela passe a ser concebida pelo aluno, como um saber que tem significado, que foi e é construído pelo homem, para o homem. Como conhecimento em geral, a matemática é resposta às preocupações do homem com a sobrevivência e a busca de novas tecnologias, que sintetizam as questões existenciais da vida. Ou seja, é a necessidade que leva o homem a aprender mais, sendo que a matemática não pode estar desvinculada desse processo evolutivo.

Um conhecimento mínimo sobre a história da matemática deveria ser parte indispensável de todos os graus de ensino, seja ele fundamental, médio ou superior. Tal necessidade não se caracteriza pelo fato de, assim poder proporcionar um ensino motivador e mais agradável aos alunos, mas principalmente porque a história pode proporcionar uma visão mais crítica e reflexiva da matemática, uma vez que a imagem que os alunos possuem dessa

disciplina tende a estar desvinculada da realidade. Entendendo como a matemática se desenvolveu, como ela influencia e é influenciada por outros conhecimentos, o aluno poderá compreender melhor as dificuldades do homem e da humanidade, na elaboração das idéias matemáticas. Portanto, esse entendimento poderá proporcionar ao aluno uma visão dinâmica da evolução da matemática na ciência, na tecnologia e na sociedade.

A perspectiva histórica permite perceber, entre outras coisas, que a Matemática é um conjunto de conhecimentos em contínua evolução e que desempenha um papel muito importante na formação do aluno. Tal perspectiva possibilita a inter-relação com outros conhecimentos, de forma que os alunos possam verificar por que eles surgiram e qual a necessidade de desenvolver determinados modelos, tornando a vida muito mais desafiadora.

De acordo com Miguel (1993), Brolezzi (2003), Baroni et al (2004), há várias maneiras de se inserir a História da Matemática no currículo escolar, buscando-se, por meio dela, um ensino significativo e útil na formação do cidadão. Nessa perspectiva, por exemplo, é possível pensar em trabalhar a História da Matemática como um recurso didático na Resolução de Problemas, podendo-se, assim, situar um determinado problema dentro do contexto histórico. Inserir a história da matemática no ensino possibilita reconhecer o conhecimento matemático como produto social, cultural e científico da humanidade. É importante, pois, que o aluno possa participar da construção do próprio conhecimento, de forma mais ativa e crítica possível, relacionando cada saber construído com as necessidades históricas, sociais e culturais existentes nele. Para que isso ocorra de modo bastante significativo para todo o grupo envolvido no processo, é necessário que o professor adote a conduta de orientador das atividades.

A maneira pela qual vejo a importância de introduzir atividades históricas desponta progressivamente como uma contribuição decisiva para o exercício de uma prática reflexiva em Educação Matemática. Tal exercício teórico-metodológico se efetiva à medida que se pressupõe a provocação da curiosidade expressa no contexto histórico da matemática. É nesse movimento construtivo que as atividades se tornam um agente de construção, significação e formalização da matemática escolar. É necessário, portanto, que saibamos selecionar o material histórico com o qual trabalharemos em sala de aula, tendo sempre em vista qual o objetivo que queremos atingir através dele, pois somente a partir daí poderemos orientar os estudantes na realização de atividades investigativas.

3.1.4 Algumas considerações

É possível percebermos que a Educação Matemática Crítica revela claramente a preocupação de inserir no ensino de matemática os pressupostos do enfoque CTS. A postura crítica da matemática compreende que esse conhecimento é uma ciência sobre a qual necessitamos refletir antes de considerar sua exatidão, perfeição, aplicação em toda e qualquer atividades humana; que, como ciência, é um conhecimento construído socialmente através da história; que a matemática auxilia a resolver os problemas presentes nas mais variadas áreas do conhecimento; que ela poderá formatar a sociedade dentro de seus modelos, reforçando as bases do poder daqueles que a detém; que a matemática influencia a tecnologia e por ela é influenciada, podendo ajudar na construção de artefatos e *mentefatos* que, em vez de estarem trazendo benefícios, poderão estar causando prejuízo à vida humana. Skovsmose (2001a) destaca a importância de a Educação Matemática estar envolvida com os acontecimentos de nossa sociedade. Ressalta que em uma sociedade altamente tecnológica como a nossa, a importância que a matemática assume é ímpar: ela torna-se uma formatadora de nossa sociedade, ordenando-a de acordo com seus pressupostos. E essa idéia se encaixa perfeitamente em nossa sociedade, pelo fato de Skovsmose (2001a) considerar que a matemática é um constructo social e que por isso ela torna-se muitas vezes colonizada por interesses econômicos e sociais.

Dessa forma, na Educação Matemática Crítica considera-se que:

Como cidadãos do futuro, alunos terão que enfrentar muitos problemas do mundo real que parecem não ser matematicamente claros. O cidadão é competente para distinguir entre inferências matemáticas necessárias e os pressupostos de modelagem dependentes de interesses? Pode-se esperar que colocar mais atenção na qualidade da negociação do significado matemático na sala de aula pode melhorar a educação do “leigo competente”. (VOIGT, 1998, p. 195 apud SKOVSMOSE, 2000, p. 03)

Por sua vez, a Educação Matemática Crítica não dispõe por si mesma de um quadro de estratégias para a abordagem do ensino-aprendizagem da matemática, pois tal educação, a meu ver, pressupõe ser mais um enfoque, uma forma de abordagem do que uma estratégia de ensino. Nesse sentido, ao nos utilizarmos de seus pressupostos, necessitamos buscar auxílio em outras tendências de que a Educação Matemática dispõe, para podermos efetivar uma proposta concreta.

Skovsmose (2001a) utilizou-se da estratégia de projetos para enfocar a Educação Matemática Crítica em sala de aula e apresentou um dos trabalhos que desenvolveu com seus alunos na Dinamarca. Tal trabalho foi desenvolvido em 1988 pelo Conselho Dinamarquês de

Pesquisa em Ciências Humanas, sob o título de “ Educação Matemática e Democracia em Sociedades Altamente Tecnológicas”. A intenção do projeto foi a de discutir a Educação Matemática como parte de um empreendimento democrático em uma sociedade tecnológica como a nossa. Nesse projeto, os alunos tinham que utilizar a matemática como um conhecimento para organizar uma pequena parte da realidade social. O projeto tinha a ver com benefícios pagos pelo governo dinamarquês às famílias com crianças que freqüentavam a escola. As famílias eram ao todo vinte e quatro, cada uma delas com suas especificidades (arrecadação salarial mensal, contas a pagar, número de filhos etc). Os alunos teriam que distribuir um valor de 240.000 Dkr entre essas famílias, de forma que as especificidades fossem atendidas. As soluções para tal problema variaram de modelos matemáticos a justificativas dos valores atribuídos a cada uma das famílias.

Apesar de o trabalho sob forma de projetos ter grande significado dentro do ensino-aprendizagem, é possível percebermos que outras tendências da Educação Matemática poderiam ser utilizadas para desenvolver uma visão crítica e reflexiva da matemática. Conforme mencionei anteriormente, observo que as tendências da Resolução de Problemas, a Modelagem Matemática e a História da Matemática, poderiam ser intercaladas visando a uma Educação Matemática Crítica. Percebo, também, que se avançarmos no enfoque CTS, poderemos buscar as próprias estratégias²⁴ de que ele dispõe para abordar o conhecimento matemático.

Dessa forma, ao se propor aos alunos resolver problemas, a resolução deverá partir de uma análise crítica do problema. Não importa a resposta por ela mesma, mas sim o conteúdo da questão, o qual se torna um item muito importante. É necessário propor aos alunos problemas que envolvem a influência que a matemática exerce em nosso cotidiano, ou seja, questões nas quais muitas vezes o valor encontrado para a resposta não é aquele que se adapta como solução para o problema, uma vez que, dependendo da situação que o problema envolve, ele poderá ter outras soluções segundo as variáveis que lhe forem atribuídas. Nesse sentido, um dos pressupostos da Educação Matemática Crítica estará muito presente e relacionado com o enfoque CTS, revelando a importância de se considerar que muitas vezes a resposta matemática que encontramos para um determinado problema poderá não ser a única e nem aquela relevante para a solução. Ressalta-se, pois, a necessidade de o aluno discutir e refletir criticamente se as respostas obtidas a partir da matemática poderão auxiliar na

²⁴ As estratégias para abordagem do enfoque CTS são abordadas no segundo, quarto, sétimo e oitavo capítulos.

formatação da sociedade, aceitando valores que nos são impostos e, na maioria das vezes, não são questionados.

Com efeito, além de o aluno resolver os problemas que lhe são propostos, é preciso que ele também possa criar as formas para resolver tais problemas por meio dos modelos matemáticos. A matemática e os modelos não só estão entrelaçados na vida social, mas servem, igualmente, a interesses particulares de grupos. (BORBA; SKOVSMOSE, 2001). Dessa forma, o simples fato de fazer o aluno criar um modelo para resolver um problema que envolva a matemática, não basta. É preciso que ele possa interpretá-lo de forma crítica, questionando: esse modelo servirá para controlar o quê? Ou, controlar a quem? A que interesses ele atende? Em nossa sociedade, é possível perceber que existem interesses particulares e contraditórios e os modelos matemáticos criados para determinados fins não estão isentos de valores, desvirtuando-se muitas vezes dos interesses que os geraram. Dessa forma, a construção e o uso dos modelos matemáticos não caracterizam uma ação neutra, mas servem muitas vezes a interesses particulares que se encontram implícitos em seu uso.

Sendo assim, ao resolver problemas propostos, criando ou não modelos para suas resoluções, é necessário que o aluno tenha o conhecimento crítico-reflexivo da matemática. O importante não é somente o saber construir o modelo por meio do domínio dos algoritmos matemáticos, mas sim ter a dimensão crítica que deverá ser assumida com vistas a um caráter político dos modelos, incorporando a matemática nas práticas sociais. Isso nos leva a compreender que a Educação Matemática Crítica ressalta a importância de entender a matemática como ciência que deve ser questionada, refletida, criticada e analisada enquanto aplicação em nossa realidade. Até que ponto poderemos aplicar a matemática em toda e qualquer área do conhecimento humano? Ela funcionaria em tudo? Podemos por exemplo, quantificar as emoções de uma pessoa? É possível atribuir um número para suas qualidades e, dessa forma, poder dizer com que tipo de pessoa ela poderia se relacionar? Em relação a essas questões, nos chama também a atenção o enfoque CTS, pois até que ponto poderemos confiar no que a ciência e a tecnologia nos apresentam sem um senso crítico-reflexivo?

Nesse sentido é importante destacar a necessidade de trazer para o contexto do ensino-aprendizagem a história desse conhecimento, destacando como ele influenciou, influencia e é influenciado pelo contexto científico-tecnológico. Isso permitirá aos alunos compreenderem que tal conhecimento não foi algo construído linearmente e que resultou das necessidades que as pessoas tinham em dominar a natureza. Não é possível fazer história do conhecimento, em particular História da Matemática, sem uma reflexão sobre como o poder vigente tem determinado a organização intelectual, social e a difusão do conhecimento. E

assim, indiretamente, a própria geração do conhecimento. Não podemos nos esquecer que a matemática, considerada espinha dorsal do conhecimento científico, tecnológico e social, auxilia a construir o contexto histórico.

Todavia, há que se lembrar que qualquer que seja a escolha da tendência da Educação Matemática a ser trabalhada numa Educação Matemática Crítica, visando ao enfoque CTS, nela deverá estar presente o diálogo. Esta necessidade caracteriza-se tanto pelos pressupostos da Educação Matemática Crítica quanto pelo enfoque CTS, pois em ambos existe a necessidade de discutir para se poder argumentar, questionar, criticar e refletir sobre o conhecimento. Nesse sentido, Alrø e Skovsmose (1996) afirmam que é impossível haver uma negociação de conhecimento entre duas partes, se uma delas domina ou tem controle sobre a outra. Consideram que, para haver uma discussão, uma argumentação, as duas partes devem se aceitar como iguais ou, no mínimo, elas têm de respeitar-se mutuamente. Os autores asseveram, ainda, que é por meio do diálogo que ocorrem as negociações de perspectivas e de significados em uma sala de aula de Matemática. Nesse sentido, percebo que a concepção de diálogo de Alrø e Skovsmose (1996) se fundamenta na concepção de Freire (1970), que vê o diálogo como encontro entre os homens, mediado pelo mundo, para pronunciá-lo e, então, modificá-lo. E, modificando-o, passa a constituir novos problemas que exigem novo pronunciar e, assim, sucessivamente. Esse pronunciar o mundo para modificá-lo não é privilégio de alguns homens, mas direito de todos.

Dessa forma, Alrø e Skovsmose (1996) comentam que numa perspectiva crítica – e eu acrescento aí a palavra reflexiva – ou seja, numa perspectiva crítico-reflexiva em sala de aula, é preciso que haja na construção do conhecimento não apenas uma nova maneira de analisar alguma situação ou problema, mas que ela surja como a interação e o comprometimento entre as pessoas. Assim, podemos chegar à conclusão de que uma das fundamentações para a Educação Matemática Crítica é o diálogo. Nesse sentido, Alrø e Skovsmose (1996) destacam mais uma vez as palavras de Freire (1970, p. 78), quando ele comenta que:

A existência humana, não pode ser muda, silenciosa, nem tampouco pode nutrir-se de falsas palavras, mas de palavras verdadeiras, com que os homens transformam o mundo. Existir, humanamente, é pronunciar o mundo, é modificá-lo. O mundo pronunciado, por sua vez, se volta problematizado aos sujeitos pronunciantes, a exigir deles novo pronunciar.

É possível percebermos que tanto os autores que defendem uma Educação Matemática Crítica quanto os autores que defendem o enfoque CTS não deixam de destacar a

necessidade de uma mudança de postura de professores e alunos em sala de aula, para que se possa, um dia, transformar o processo ensino-aprendizagem. Não basta apenas que se apliquem novas estratégias para o ensino-aprendizagem numa perspectiva crítica; é preciso que os alunos e professores se sintam envolvidos nessa prática. Portanto, ao se basear na perspectiva do diálogo, da argumentação, do pensar crítico-reflexivo, a Educação Matemática Crítica, aliada ao CTS, não se torna em si uma nova tendência da Educação Matemática. Essa relação visa a chamar a atenção para algumas preocupações que tal educação deverá ter ao construir o conhecimento matemático com os alunos. Em relação a essa construção, Skovsmose (2000, p. 2) afirma que:

Em particular, a Educação Matemática torna-se importante nas discussões sobre o papel da matemática na sociedade em que ela opera segundo a tese do poder formatador da matemática. A educação matemática crítica inclui o interesse pelo desenvolvimento da educação matemática como suporte da democracia, implicando que as micro-sociedades de salas de aulas de matemática devem também mostrar aspectos de democracia. A educação matemática crítica enfatiza que a matemática como tal não é somente um assunto a ser ensinado e aprendido (não importa se os processos de aprendizagem são organizados de acordo com uma abordagem construtivista ou socio-cultural). A Matemática em si é um tópico sobre o qual é preciso refletir.

Não há receitas prontas de como atuar no ambiente de ensino-aprendizagem com a Educação Matemática Crítica, visando ao enfoque CTS. Contudo, é possível destacar que existem alguns pontos que deverão ser considerados, ao se propor uma abordagem crítica da Matemática:

- A educação não pode ser discutida apenas em termos de preparação para a educação futura ou para o mercado de trabalho. Escolarização também significa preparação para a cidadania e participação na vida social e política. O que isto significa para a educação matemática?
- A matemática poderia servir como ferramenta para identificar e analisar aspectos críticos da vida social?
- Como a educação matemática poderia considerar os interesses e competências dos alunos para o desenvolvimento do conhecimento e aprendizagem?
- A educação matemática poderia fornecer “filtros culturais”, sendo, por exemplo guardião do portão para a sociedade tecnológica. Como questões sobre igualdade, equidade e justiça poderiam estar refletidas na sala de aula de matemática.
- A matemática poderia se tornar uma ferramenta problemática para resolver uma larga gama de problemas, já que a própria matemática é parte da sociedade tecnológica. A matemática não pode ser apenas uma ferramenta para crítica; deve-se também dirigir uma crítica à própria matemática e nesse sentido ela se torna um “objeto de crítica”. O que isso significa para educação matemática?

- Toda sala de aula se torna uma micro-sociedade e pode representar a democracia em espécie (ou de outra forma) O que isto significa para as interações entre alunos e professor na sala de aula de matemática? (SKOVSMOSE, 2000, p. 2)

Dessa forma, ao se introduzir o enfoque CTS no ensino da matemática, por meio da Educação Matemática Crítica, pode-se desenvolver nos estudantes conhecimentos que os levem a participar da sociedade moderna, no sentido da busca de alternativas de aplicações da matemática nas ciências e na tecnologia, dentro da visão de bem-estar social. Diante do impacto atual da tecnologia, torna-se necessária a integração harmônica entre o conhecimento matemático e o desenvolvimento científico-tecnológico, de forma a poder proporcionar às pessoas condições de avaliação e decisão frente às questões que envolvem seus interesses.

Visando a tais questões, a matemática abordada passa ser vista como uma atividade política. Esse ensino ajuda, a criar atitudes e posturas que, por sua vez, ajudarão os estudantes a crescer, desenvolver-se, ser críticos, mais conscientes e mais envolvidos e, assim, tornarem-se mais confiantes e mais capazes de ir além das estruturas existentes.

Assim, o professor evidencia a necessidade de os alunos adquirirem o conhecimento matemático mínimo para poder participar com maior fundamentação nas decisões da sociedade atual. Desse modo, o objetivo do conhecimento matemático para formar o cidadão compreende a abordagem crítico-reflexiva de tal conhecimento em suas aplicações na sociedade, de forma a permitir ao aluno participar ativamente na sociedade, tomando decisões com consciência de suas conseqüências. Isso implica que o conhecimento matemático aparece não como um fim em si mesmo, mas com o objetivo maior de desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão: participação e julgamento.

Desenvolver o ensino-aprendizagem de matemática focado nas perspectivas até aqui expostas pode parecer um pouco obscuro neste momento, mas prefiro deixar que essa perspectiva torne-se clara à medida que for relatada no sétimo e oitavo capítulos, quando apresento a pesquisa empírica desenvolvida no ambiente escolar.

Entretanto, antes de iniciar tal apresentação, cabe-me tratar no próximo capítulo, das bases metodológicas que fundamentaram a pesquisa para, em seguida, dar início ao tratamento dos dados coletados.

4

O caminho metodológico

“Não. Não tenho caminho novo, o que tenho de novo é o jeito de caminhar.”

Thiago Mello

4.1 Encaminhamento metodológico

A metodologia ocupa lugar central no interior de uma pesquisa, visto que é parte intrínseca da visão social de mundo veiculada na teoria. São o caminho e os instrumentos utilizados na abordagem da realidade que permitem ao pesquisador compreender a complexidade de seu entorno. Por meio das inquietudes de nosso cotidiano surgem perguntas sobre o mundo e os modos de ação, permitindo, assim, a compreensão de nosso dia-a-dia, num vai e vem constante.

A trajetória de busca das compreensões em uma pesquisa, inicia-se com uma pergunta. É ela que provoca, inquieta e desperta no pesquisador a necessidade de buscar compreensões acerca da realidade social. O pesquisador algo dela já sabe, pois possui um pré-conhecimento acumulado a seu respeito, mas busca suas compreensões a partir das perspectivas dos sujeitos da investigação; o que faz com que ele crie estratégias e procedimentos que lhe permitam fazer um entrelaçamento entre seus pressupostos e aquilo que os sujeitos lhe revelam e assim explique uma visão de mundo que se mostra. (GARNICA, 1999).

Nesse sentido, pesquisar pode ser entendido, conforme comenta Seabra (2001), como um espionar, observar de forma paciente e atenta durante longos períodos, como se aguarda de tocaia o momento do ataque. Segundo o autor, a investigação exige olhos atentos e mãos sempre prontas para fazer anotações. A cada fato novo uma espiada, e mais uma anotação. Falar, somente o suficiente. Ouvir e observar o máximo. É a regra.

De acordo com Seabra (2001), o primeiro incentivo ao pesquisador é a curiosidade. Esse não precisa ser cientista e nem dominar métodos mas, antes de tudo, precisa ser curioso. Assim, pesquisar passa a ser uma ação criadora, inovadora, que responde ao ritmo e à novidade dos processos e dos acontecimentos que vivemos.

Dessa forma, pesquisar vem do interesse em elucidar os problemas existentes em nosso meio, conscientizando as pessoas de que eles existem e precisam de um estudo mais aprofundado e, quando possível, tentar resolvê-los. Coloco o termo *tentar*, porque nem sempre a solução está ao nosso alcance. Ela envolve, muitas vezes, um número grande de variáveis, sobre às quais não temos acesso, não podendo assim, elaborar um projeto que possa dar cabo da situação como um todo.

Como docente da disciplina de Matemática, levando em conta minha experiência, atenta à literatura e aos eventos da área, percebo que sempre existirão problemas voltados para o ensino-aprendizagem de tal conhecimento, que necessitam ser investigados, ou pelo

menos, merecem ser elucidados, para que várias contribuições possam aparecer e na soma de vários trabalhos, novas propostas se efetivem.

Buscando em Alves-Mazzotti (1998, p. 160), pude perceber que [...] *não há metodologias boas ou más em si, e sim metodologias adequadas ou inadequadas para tratar um determinado problema*. Assim, procurei características da pesquisa que fundamentassem a escolha metodológica, buscando coerência com o restante do trabalho, o que me levou à pesquisa qualitativa que, segundo Denzin e Lincoln (1994, p. 02), prevê:

Pluralidade de método quanto ao foco, envolvendo uma abordagem interpretativa e naturalística do assunto pesquisado. Isso significa que os pesquisadores qualitativos estudam as coisas em seu ambiente natural, tentando dar sentido aos fenômenos, ou interpretá-los em termos dos significados que as pessoas dão a eles. A pesquisa qualitativa envolve o uso e a coleção de uma variedade de materiais empíricos – estudo de caso, experiência pessoal, introspectiva, história de vida, entrevista e textos gerados a partir de observações, textos históricos, de interação e visuais – que descrevem momentos rotineiros e problemáticos e significativos nas vidas dos indivíduos.²⁵ (Tradução da autora)

O fato de prevalecer o caráter qualitativo não significa ignorar os dados quantitativos. O que pretendi foi extrapolar os números, investigando profundamente ações e os significados que os sujeitos têm sobre determinado contexto. Os objetivos do trabalho, determinados pela situação problema, apontaram para a pesquisa qualitativa, pelo fato de ela ter como características: a fonte de dados é o ambiente natural, analisados de forma indutiva, constituindo o investigador o instrumento principal; a pesquisa qualitativa é descritiva; o interesse maior é pelo processo mais do que pelo resultado ou produto; o significado é de importância vital na abordagem qualitativa. (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Nesse contexto, percebe-se que o principal objetivo da pesquisa qualitativa é de tentar dar sentido ou interpretar os fenômenos em termos dos significados que as pessoas trazem para elas. (DENZIN e LINCOLN, 1994).

Segundo Godoy (1995), é por meio da perspectiva qualitativa que um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte integrada, permitindo “captar”, o fenômeno em estudo, a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas. Assim, entende-se que pelos métodos qualitativos é possível operacionalizar

²⁵ Tradução de: Qualitative research is multimethod in focus, involving an interpretative, naturalistic approach to its subject matter. This means that qualitative researchers study things in their natural settings, attempting to make sense of, or interpret, phenomena in terms of the meanings people bring to them. Qualitative research involves the studied use and collection of a variety of empirical materials – case study, personal experience, introspective, life story, interview, observational, historical, interactional, and visual texts – that describe and problematic moments and meanings in individuals' lives.

novos paradigmas no intuito de produzir novos conhecimentos básicos e aplicados e, principalmente, por considerar a qualidade da participação do pesquisador e de valorizar não só o produto final, mas todo o caminho que vai sendo construído durante a condução do estudo. (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Pelo que se pode verificar nas muitas pesquisas existentes na área educacional, grande parte delas têm o predomínio da abordagem qualitativa. De acordo com André (1998), essa presença baseia-se na sua possibilidade que a pesquisa qualitativa tem de revelar os processos educacionais e o cenário escolar “por dentro”. Ela abre a possibilidade de trazer para a academia o ponto de vista dos atores sociais que estão sendo foco do estudo.

De acordo com Lüdke e André (1986) e André (1998) existem algumas características essenciais que levam os pesquisadores a optar pela abordagem qualitativa como um método de sua pesquisa. Selecionei, dentre essas características algumas que nortearam meu trabalho:

- O pesquisador encontra-se também como instrumento de pesquisa, podendo utilizar-se de seu conhecimento e experiência, a fim de coletar dados e interpretá-los.
- Os dados coletados são discutidos de forma interpretativa, procurando na medida do possível, traduzir os acontecimentos de forma literal, ou seja, as experiências se retratam da forma como elas foram vivenciadas.
- Não há necessidade de se criar um ambiente para que a pesquisa aconteça. Os dados são coletados no ambiente natural, de tal forma como eles aconteceram, portanto, faz-se necessário que o pesquisador possa estar presente no contexto onde pesquisa, por um tempo prolongado, para que possa selecionar os aspectos relevantes de cada situação e/ou indivíduo
- O significado que as pessoas atribuem aos acontecimentos, experiências, objetos, produtos, entre outros, constituem-se em um ponto central da pesquisa qualitativa, pois, o sujeito tende a relacionar os novos fatos com experiências pelas quais já passou, por meio de um quadro de interesses, muitas vezes constituindo padrões para suas ações.

Assim, seguindo as diretrizes da abordagem qualitativa, tomei o cuidado de selecionar uma técnica de pesquisa que me possibilitasse melhor aproximação do campo investigado, fornecendo-me subsídios para trocas constantes de informações e tomadas de decisão, permitindo também o ir e vir entre as etapas. Eu necessitava de procedimentos técnicos que permitissem coletar e agir por meio de uma reflexão constante sobre as etapas e a liberdade de poder alterá-las se necessário. Eu não desejava receitas prontas, porém, a técnica

de pesquisa precisava esclarecer-me os problemas da situação observada, contribuindo para um melhor equacionamento desses com o levantamento de possíveis soluções, podendo culminar em novas propostas. Sendo assim, levando em consideração o exposto, percebi que minha proposta de trabalho se identificava com os pressupostos da pesquisa-ação.

A pesquisa-ação se caracteriza como uma pesquisa participante, que visa unir a pesquisa à ação ou à prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática. Dessa forma, a pesquisa-ação torna-se forte aliada daquelas pessoas que fazem parte da prática e têm a intenção de melhorar sua compreensão sobre ela. Uma das características que me fizeram optar pela pesquisa-ação foi o fato de que por intermédio dela se procura intervir na prática já no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de etapa final de um projeto.

De acordo com Souza et al. (2002), vários autores tem indicado que as raízes da pesquisa-ação datam do século XIX, porém, quem primeiro descreveu esse tipo de pesquisa como meio de investigação, nominando-a de pesquisa-ação foi Kurt Lewin em 1946. Desde então, o método vem ganhando cada vez mais adeptos, sendo que no início era apenas utilizada em pesquisas de indústrias e comunidades, porém, agora, começa a ser aceita entre as academias, pois inclui em suas definições as palavras melhorar, mudar, transformar, corrigir. Termos esses que têm se transformado em importantes objetivos da pesquisa na área educacional.

Estando categorizada como interpretativista, a pesquisa-ação detém uma natureza argumentativa, permitindo que as interpretações da realidade observada e as ações transformadoras sejam objetos de deliberação. De acordo com Thiollent (1988, p. 14), a *pesquisa-ação é uma pesquisa social com base empírica que é concebida em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.*

Segundo Thiollent (1988), na pesquisa-ação, há como o próprio nome aponta, uma ação por parte dos pesquisadores, ação esta, problemática, que mereça investigação para ser elaborada e conduzida. Assim, os pesquisadores têm papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e avaliação das ações, organizando assim sua intervenção. Este tipo de pesquisa é uma forma de experimentação em situação real, na qual os pesquisadores intervêm conscientemente. Os participantes não são reduzidos a cobaias e desempenham um papel ativo. As variáveis, de seu lado, não são isoláveis, posto que todas elas interferem no que está sendo observado. Portanto, assim como nas outras pesquisas da linha interpretativista, a substancialidade dos pesquisadores não é total, pois o que cada

pesquisador observa e interpreta nunca é independente da sua formação, de suas experiências anteriores e do próprio “mergulho” na situação investigada.

Nesse sentido, não cumpre somente ao pesquisador as ações, todos os envolvidos na situação terão o que dizer, o que fazer. A pesquisa-ação compreende além da participação do pesquisador, ações planejadas que obedecerão prioridades estabelecidas a partir de um diagnóstico da situação. Isso permite que os participantes tenham voz e vez, de maneira que suas participações sejam absolutamente necessárias para o desenvolvimento de um estudo cooperativo e participativo. O pesquisador torna-se mais do que um membro do grupo. Ele é um participante de uma situação problematizada que merece investigação para ser elaborada e conduzida. (THIOLLENT, 1988).

A pesquisa-ação vem sendo aplicada nos vários ambientes de interação social que se caracterizam por um problema, no qual estão envolvidas pessoas, tarefas e procedimentos. Seu objetivo é pesquisar as ações humanas que são suscetíveis de mudanças, exigindo uma resposta prática.

Nacarato (2000) comenta que quando praticada em particular no ambiente escolar, a pesquisa-ação pode oferecer informações e conhecimentos que permitirão um repensar dos objetivos da ação pedagógica. As atividades pedagógicas são entendidas dentro de uma dimensão conscientizadora e não apenas de obtenção de informações. Nesse caso, o referido autor considera que o pesquisador dispõe de um conhecimento prévio que funcionará como ponto de partida, como gerador de idéias ou diretrizes para nortear a pesquisa e as interpretações. Ao longo do processo, emergirão questões que exigirão novos conhecimentos, novas reflexões e novas tomadas de consciência.

Thiollent (1988) destaca como resultados importantes para a pesquisa-ação a relação existente entre os objetivos da pesquisa e os objetivos da ação que ele classifica em: objetivo prático (de ação) e objetivo de conhecimento (de pesquisa), os quais também relaciono com o meu trabalho:

❖ Objetivo de conhecimento: obter informações a respeito da situação, aumentando o conhecimento sobre determinadas situações e capacidade de ação. O alcance desse objetivo é verificado quando realizada a fase que nomeiei de pesquisa preliminar. Tal fase incluiu: uma análise nos pressupostos da proposta educacional vigente; uma ação reflexiva na proposta apresentada para o ensino-aprendizagem da disciplina de Matemática na UTF-PR; entrevista com os docentes e alunos enfocando o conhecimento matemático.

❖ Objetivo prático: contribuir para melhorar a situação pesquisada, levantando soluções e propostas de ações correspondentes. Em meu estudo, com esse objetivo se tem em

vista desenvolver na Educação Matemática estratégias voltadas para o enfoque CTS, favorecendo a formação de atitudes crítico-reflexivas no ensino da matemática em relação à ciência e à tecnologia, o que permite ao aluno perceber o comprometimento e responsabilidade deste conhecimento em relação ao contexto social. Cabe citar aqui também, como objetivo prático, que a proposta desenvolvida com os alunos poderá servir de guia para os docentes que desejem desenvolver um trabalho voltado para tais pressupostos.

Para melhor desenvolver os objetivos da pesquisa-ação, Thiollent (1988) e Engel (2000) estabeleceram algumas fases, as quais poderão ser seguidas quando a pesquisa-ação se volta para o campo educacional. Considerando as fases que os autores indicam, adaptei-as para meu estudo:

- Pesquisa exploratória.
- A problemática.
- Diretriz.
- Desenvolvimento de um plano de ação.
- Implementação do plano de ação, e
- Análise dos resultados do plano de ação.

Foi seguindo as referidas fases que estabeleci um cronograma para meu estudo. O conteúdo de cada uma dessas fases descrevo nas seções a seguir.

4.1.1 Pesquisa exploratória: os questionamentos iniciais

O problema que norteou meu trabalho foi inspirado na busca de subsídios para o ensino-aprendizagem de matemática que, de acordo com a proposta estabelecida nos PCNEMs, possibilitassem aos alunos a formação de atitudes crítico-reflexivas em torno da matemática no contexto científico-tecnológico e social. Tal preocupação vinha à tona toda vez que eu lia a proposta contida nos PCNEMs para o ensino-aprendizagem da matemática e percebia que na instituição na qual leciono (UTF-PR, Campus de Ponta Grossa) ainda faltavam condições em sala de aula para que os objetivos previstos nos referidos Parâmetros fossem atingidos.

Ao refletir sobre tal problema, percebi que como todo o começo de muitos trabalhos científicos, em que a inspiração inicial do pesquisador está relacionada ao seu espaço de vida, os questionamentos sobre o ensino-aprendizagem da matemática basearam-se em minha própria prática docente, em conversas esporádicas com meus colegas docentes e numa bagagem teórica construída durante minha dissertação de mestrado, intitulada *Um estudo*

sobre o conhecimento matemático no Ensino Médio e Tecnológico: limites e expectativas, sobre a qual teçi comentários no primeiro capítulo deste estudo.

No entanto, foi a partir de leituras e observações que continuei realizando, após ter concluído meu mestrado, que percebi a necessidade de não somente propor novas estratégias para o ensino-aprendizagem de matemática, visando aos objetivos dos PCNEMs. Compreendi, sobretudo, a relevância de aplicar tais estratégias em sala de aula, a fim de ter um relato prático para apresentar como um possível subsídio aos docentes da área, mais especificamente da instituição na qual leciono.

Foi nesse momento que iniciei a tradução desse foco de interesse na operacionalização de uma investigação científica, a começar pela formulação da seguinte pergunta: *Que tipo de proposta para o ensino-aprendizagem da matemática poderia possibilitar a efetivação dos objetivos contidos na LDB e nos PCNEMs em sala de aula?*

Estabelecido o primeiro fio condutor do trabalho, iniciei o processo exploratório da pesquisa para construção da problemática.

4.1.1.1 A pesquisa preliminar

Minha primeira tarefa foi a de verificar os princípios organizadores do currículo do Ensino Médio, previstos pelos PCNEMs e respaldados na LDB. De posse de tais dados, realizei uma análise no currículo da 1ª série da disciplina de Matemática, proposto pela instituição em que atuo profissionalmente. Busquei averiguar se o planejamento estava condizente com o que se propunha nos PCNEMs e se nele havia espaço para implantação de diferentes estratégias pedagógicas que pudessem vir a contemplar os objetivos constantes nos referidos Parâmetros.

Feita a análise preliminar no currículo, correspondente ao ensino da matemática na 1ª série do Ensino Médio, parti do pressuposto de que quando intencionamos refletir sobre os problemas que a Educação Matemática tem enfrentado e, posteriormente, apresentar alguma proposta, precisamos analisar os atores que compõem esse cenário e que poderão contribuir para efetivar a ação. Como toda minha pesquisa estava ancorada na instituição onde leciono, busquei primeiramente, junto aos docentes da área de matemática, subsídios que pudessem respaldar a minha ação.

Nesse sentido, pensei ser pertinente entrevistá-los para que pudessem me contar se têm conseguido efetivar em sala de aula as propostas dos PCNEMs para o ensino-aprendizagem da matemática e, no caso de sua resposta ser afirmativa, como têm conseguido

isso. Além disso, verifiquei também como eles vêem a influência da matemática numa sociedade científico-tecnológica como a nossa, e que tipo de estratégias eles têm levado para sala de aula a fim de despertar nos alunos uma consciência mais crítica a respeito desse conhecimento.

As entrevistas realizadas com os docentes tiveram um caráter semi-estruturado. Tal modelo de entrevista foi escolhido pelo fato de que ela, segundo Triviños (1987, p. 147), [...] *deixa que o informante possa seguir espontaneamente as linhas de seu pensamento e de suas experiências dentro do foco principal colocado pelo investigador, o que lhe permite participar da elaboração do conteúdo da pesquisa.*

Foram consultados seis professores, sendo que a entrevista de um desses professores constituiu-se em entrevista-piloto, com a finalidade de auxiliar-me a fazer os devidos ajustes no instrumento de pesquisa, não sendo considerada para efeito de análise. Os cinco docentes entrevistados foram selecionados intencionalmente por estarem há quase dez anos em nossa instituição, tendo trabalhado em várias outras instituições e passado por várias reformas educacionais. Por tais motivos, julguei que eles teriam condições de trazer subsídios para minhas análises.

De posse das informações fornecidas pelos docentes, eu precisava ainda consultar os alunos, uma vez que eles são importantes atores na execução da ação. Fazia-se necessário verificar junto a eles quais as dificuldades que encontram para aprender matemática; como lhes foi ensinado o conhecimento matemático nas séries anteriores; e como gostariam que esse conhecimento fosse trabalhado. Para obter tais dados, optei pela entrevista semi-estruturada, para a qual foram selecionados vinte e seis alunos que estavam cursando a 1ª série do Ensino Médio no ano de 2003. Selecionei tal série, pelo fato de poder entender com que visão sobre o conhecimento matemático os alunos de outras instituições chegam até nossa instituição.

4.1.2 A problemática

Os dados resultantes da análise curricular, das entrevistas com os docentes e com os alunos fizeram-me ir à busca de uma proposta que favorecesse o cumprimento dos objetivos constantes nos PCNEMs e que oferecesse subsídios aos docentes para executar em sala de aula um trabalho que pudesse ir ao encontro tanto dos objetivos contidos na proposta educacional, quanto das expectativas dos alunos frente ao ensino de matemática.

Na busca pela proposta deparei-me com as tendências vigentes da Educação Matemática: Modelagem Matemática, História da Matemática, Etnomatemática, Educação Matemática Crítica e Resolução de Problemas. Vários são os trabalhos bem sucedidos em que são aplicadas as citadas tendências. Porém, minha intenção era a de inserir uma nova proposta de ensino-aprendizagem aos alunos, que possibilitasse a eles o contato com uma postura epistemológica diferente, proporcionando-lhes uma revisão em suas concepções de conhecimento. Não que as tendências existentes na Educação Matemática não possibilitassem tal perspectiva, mas eu sentia que o ensino-aprendizagem de matemática necessitava de um complemento.

Ao investigar diferentes propostas, tanto na área de Matemática como na área geral da qual a matemática faz parte no Ensino Médio (Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias), entrei em contato com trabalhos que incorporavam diferente pressuposto epistemológico. Tais trabalhos aplicavam o enfoque CTS²⁶.

Ao me aprofundar nas leituras a respeito de tal enfoque, percebi que os pressupostos que ele apresenta poderiam gerar uma nova proposta para o ensino-aprendizagem da matemática. Isso porque seus objetivos permitem que se interligue às várias tendências da Educação Matemática, que se desenvolva uma nova postura epistemológica que contemple, em grande parte, os objetivos propostos nos PCNEMS, não somente para o ensino da matemática, mas para todos os conhecimentos em geral.

A partir dessa constatação, percebi que seria viável propor uma estratégia de ensino-aprendizagem para a matemática que pudesse unir as tendências da Educação Matemática e o enfoque CTS. Dessa forma, minha pergunta inicial de pesquisa, que num primeiro momento estava atrelada a uma abordagem que subsidiasse os docentes da área de Matemática para efetivar a proposta dos PCNEMs em sala de aula, foi redefinida da seguinte forma: *Como possibilitar na Educação Matemática a formação de atitudes crítico-reflexivas de análise, avaliação e tomada de decisões em relação à ciência e à tecnologia, de modo a elucidar o comprometimento do conhecimento matemático, em conjunto com os demais conhecimentos, para com o contexto social?*

²⁶ Os pressupostos do referido enfoque foram abordados no segundo capítulo.

4.1.3 Diretriz

Com base nas informações coletadas na fase exploratória, delineei uma diretriz para encaminhar a pesquisa que me serviu de bússola para atingir os objetivos propostos no início deste trabalho.

Tive como referência os trabalhos produzidos por Medina et al (1990), Walks (1990), Sanmartin et al (1992), Rubba et al (1993, 1996), Garcia et al (1996), Sanz et al (1996), Palacios et al (1996), Tortajada et al (1997), Acevedo (2001, 2004), Tunõn et al (2001), Gordillo et al (2001), Cerezo (2002), Osorio (2002), Cerezo et al (2003), Acevedo et al (2003, 2004 a, 2004b), os quais se voltam para o estudo e aplicação do enfoque CTS, tanto na área educacional como em outras instâncias da sociedade. No Brasil, Zylberstajn e Cruz (1994), Bazzo (1998), Auler (1998, 2002), Leal e Gouveia (1999), Mion et al. (1999), Peruzzi e Tomazello (1999), Auler e Delizoicov (1999), Bazzo e Colombo (2001), Cruz (2001), Koepsel (2003), Santos e Mortimer (2000), Santos e Schnetzler (2003) desenvolveram estudos que culminaram em propostas aplicadas em sala de aula, principalmente voltadas para o ensino de ciências, como também pesquisas direcionadas à formação de professores em ciências. Todos esses trabalhos demonstraram que, ao se aplicarem os pressupostos do enfoque CTS, principalmente nos conhecimentos presentes em sala de aula, é possível levar os alunos a desenvolverem atitudes crítico-reflexivas em torno do contexto científico-tecnológico e social em que vivem.

Com base em tais pressupostos, defini a diretriz da pesquisa: *Ao desenvolvermos, no ensino-aprendizagem de matemática, estratégias voltadas para o enfoque CTS, estamos contribuindo para a formação de atitudes crítico-reflexivas em relação à ciência e à tecnologia, permitindo aos alunos elucidar o comprometimento do conhecimento matemático para com o contexto social.*

4.1.4 Desenvolvimento do plano de ação

No intuito de contribuir com a situação problemática, tendo como base a diretriz levantada e subsidiada pelo referencial teórico, organizei os caminhos para o plano que eu desejava colocar em ação.

Caminhar com o intuito de atingir os objetivos propostos para meu estudo significava, para mim, a necessidade de um longo caminho andado na compreensão do enfoque CTS, não somente nas leituras, mas no contexto prático. Dessa forma, meu receio era

intenso em iniciar as atividades práticas de pesquisa com o enfoque CTS durante um ano letivo na disciplina de Matemática.

Tal fato me fez perceber que seria interessante desenvolver primeiramente um estudo que funcionasse como exploratório, pré-teste ou estudo-piloto, com vistas a verificar a aceitação e o comportamento dos alunos diante de atividades matemáticas voltadas para o enfoque CTS. Ao consultar os docentes da área de Matemática de minha instituição, nenhum se mostrou à vontade para desenvolver tal atividade. Os professores tinham receio de não poder cumprir, ao final do ano letivo, todo o planejamento proposto para a disciplina. Contudo, uma outra oportunidade surgiu junto à disciplina de Princípios Tecnológicos.

a) Uma pré-proposta: A disciplina de Princípios Tecnológicos²⁷ integrou a Parte Diversificada do currículo do 2º ano do Ensino Médio na UTF-PR. O principal objetivo das disciplinas da parte diversificada, de acordo com os PCNEMs, é [...] *de enriquecimento curricular, ou mesmo aprofundamento de estudos [...]. Desenvolver e consolidar conhecimentos das áreas, de forma contextualizada, referindo-os a atividades das práticas sociais e produtivas.* (BRASIL,1999a, p.46). Tal disciplina tinha como principal objetivo contribuir na compreensão do desenvolvimento dos conhecimentos científico-tecnológicos, bem como de suas implicações sociais, econômicas, culturais e ambientais. Foi uma disciplina que se identificou com todas as áreas do conhecimento, pois se inter-relacionava com as ciências da natureza, as ciências humanas e as linguagens.

A oportunidade de desenvolver um plano de intervenção em tal disciplina aconteceu quando apresentei ao grupo de professores do Ensino Médio o projeto que eu pretendia desenvolver com o conhecimento matemático. A docente que lecionava a já referida disciplina, ao verificar a indisponibilidade dos docentes de Matemática, dispôs-se a colaborar, aceitando minha presença nas duas turmas em que lecionava. Assim, permitiu-me realizar uma experiência com o conhecimento matemático, porém, sem deixar de lado os conhecimentos já estabelecidos no currículo.

A intenção era de acompanhar essa docente em suas atividades em sala de aula e, no momento em que eu percebesse ser propício, aplicar a proposta voltada para a matemática. Todavia, ao tomar conhecimento dos pressupostos do enfoque CTS, a docente me propôs que desenvolvêssemos vários outros conteúdos previstos para a disciplina, tendo em vista o

²⁷ Tal disciplina integrou a Parte Diversificada do currículo do Ensino Médio da Universidade Tecnológica Federal Tecnológica do Paraná - UTF-PR, no período de 1998 a 2004. Em função de mudanças na grade curricular do Ensino Médio, a referida disciplina foi extinta no final de 2004.

referido enfoque. Aceitei o desafio e juntas planejamos as atividades, uma a uma por intermédio da modalidade do enxerto²⁸.

Acompanhei a professora²⁹ durante todo o ano letivo de 2003, em suas duas turmas, que abrangiam um total de sessenta alunos. Nessas turmas, que tinham duas aulas semanais (cada uma), desenvolvemos várias atividades³⁰ que visavam contemplar o conteúdo da disciplina, sendo que uma dessas atividades voltou-se para o conhecimento matemático. Ao mesmo tempo, buscávamos implantar novas propostas com vistas ao enfoque CTS.

Após termos finalizado as atividades nas mencionadas turmas e verificado todo o andamento, realizei entrevistas com os alunos que haviam cursado a disciplina, com o objetivo de poder avaliar as técnicas utilizadas, em especial as que se voltavam para o enfoque CTS. Objetivava, também, avaliar o trabalho desenvolvido com o conhecimento matemático para, posteriormente, implementar meu plano de ação. Dos sessenta e seis alunos que haviam cursado a disciplina, quarenta dispuseram-se a vir em outro horário para conceder-me a entrevista.

b) O enxerto: conforme foi comentado no segundo capítulo deste estudo, existem três modalidades de se introduzir o enfoque CTS na área educacional. As modalidades, cujos objetivos foram explicados anteriormente, classificam-se em: enxertos CTS, Ciência e Tecnologia por meio de CTS e CTS puro. De acordo com o meu problema de pesquisa, a modalidade que mais se identificou com meu trabalho foi a do enxerto. Segundo Osório (2002), essa é a modalidade que mais se adapta com os currículos de Ensino Médio, se temos dificuldades em fazer uma mudança radical no planejamento de ensino. Tal modalidade apresenta-se como um complemento à base curricular. Enxertar significa colocar temas que não estão presentes no currículo de uma determinada disciplina, mas que cabem como uma aplicação e/ou implicação do conteúdo de tal área de estudo em nossa sociedade. De acordo com Gordillo (2001, p. 175), *através do enxerto se mantém a estrutura disciplinar convencional na organização geral do currículo, mas se criam espaços para temas CTS.*³¹ (tradução da autora).

²⁸ Devido a importância de tal modalidade, ela será melhor explicitada a seguir.

²⁹ A referida docente é graduada em Letras – Português e possui mestrado em Tecnologia pela UTF-PR.

³⁰ Todas as atividades desenvolvidas com as turmas eram previamente preparadas em comum acordo entre mim e a professora regente. Refletíamos juntas o enfoque CTS e verificávamos em que atividades ele poderia contribuir na disciplina.

³¹ Tradução de: en los injertos CTS se mantiene la estructura disciplinar clásica del currículo, pero se crean espacios sobre temas de naturaleza CTS.

O enxerto poderá partir de um tema que tenha possibilidade de ser debatido, pesquisado, estudado ou, até mesmo, ser apresentado sob a forma de casos simulados³². Contudo, o importante é trazer temas que ressaltem aspectos que levem os estudantes a serem mais conscientes das implicações da ciência e da tecnologia em nossa sociedade. Os projetos mais conhecidos nessa modalidade são o SISCON (*Science in a Social Context*) e o SATIS (*Science and Technology in Society*). Na modalidade de enxerto, o objetivo é desenvolver uma reflexão mais ampla sobre os objetos e processos técnicos de um conhecimento em sua inserção social, a partir de problemas sócio-técnicos relevantes.

Acevedo (2001) comenta que por meio da modalidade do enxerto podemos contemplar alguns pontos em sala de aula, em um enfoque construtivista da aprendizagem; abordar temas sócio-técnicos relevantes para os estudantes; situar esses problemas em contextos específicos; introduzir a análise sócio-filosófica, ética, político, econômica, nesses problemas; e promover o desenvolvimento da capacidade necessária para argumentar sobre decisões referentes a tais problemas e sobre sua relação com o meio social.

Como a questão central de meu estudo era a de criar estratégias para o ensino-aprendizagem da matemática que possibilitassem a aproximação dos pressupostos do enfoque CTS, percebi ser a modalidade do enxerto a que mais se adaptaria à minha proposta de trabalho e, principalmente, a que menos causaria impacto quanto ao cumprimento do planejamento anual previsto para as disciplinas.

Utilizando a modalidade do enxerto, foram promovidas discussões sobre temas que envolviam a ciência e a tecnologia em ambas as disciplinas nas quais a ação ocorreu. Esses temas foram selecionados de textos de livros e revistas, filmes, casos simulados e pesquisa dos alunos.

4.1.5 Implementação do plano de ação

De posse das informações fornecidas pelos docentes e alunos e frente a alguns acontecimentos ocorridos na pré-proposta, pude avançar para a implementação do plano de ação. Entre os motivos que reforçaram tal implementação, posso referenciar:

- o respaldo que o currículo de matemática proposto pela UTF-PR encontra nos PCNEMs;

³² Essa estratégia aplicada para o enfoque CTS será melhor explorada no sétimo e oitavo capítulos, nos quais foi desenvolvida uma atividade prática nas disciplinas de Princípios Tecnológicos e de Matemática.

- os comentários feitos pelos professores e alunos nas entrevistas com eles realizadas, nas quais fizeram suas considerações a respeito do ensino-aprendizagem da matemática;
- a avaliação positiva que os alunos fizeram em relação às atividades voltadas para o enfoque CTS na pré-proposta, tanto na disciplina de forma geral, quanto no conhecimento matemático;
- colocações e sugestões dos alunos no sentido de que o enfoque CTS pudesse ser trabalhado em várias disciplinas do currículo;
- a experiência que adquiri, ao vivenciar atividades que visavam ao enfoque CTS nas duas turmas pesquisadas durante o ano letivo de 2003.

Pelo fato de nenhum dos docentes que se encontravam na ocasião ministrando as aulas de Matemática para o Ensino Médio dispor-se a participar da pesquisa prática, decidi fazer da sala de aula um laboratório para implementar a ação. Planejei as aulas da 1ª. série do Ensino Médio com estratégias voltadas para o enfoque CTS, na intenção de relacionar a matemática ao contexto científico-tecnológico e social sem, porém, prejudicar o conteúdo estabelecido no currículo da referida série. Desenvolver a pesquisa empírica na turma em que estava lecionando não foi algo fácil, uma vez que eu me encontrava entre duas posições, a de docente e a de pesquisadora.

As atividades foram desenvolvidas com os alunos durante o ano letivo de 2004, compreendendo três aulas semanais, abrangendo um total de vinte e seis alunos. Finalizadas as atividades na referida turma, optei por realizar uma entrevista final semi-estruturada com os alunos, com a finalidade de avaliar a utilização do enfoque CTS na disciplina de Matemática e poder validar a importância de desenvolver tais estratégias em sala de aula.

4.1.6 Análise dos resultados do plano de ação

Esta fase constitui-se em um refletir sobre todo o trabalho de pesquisa até então realizado a fim de averiguar a validade do plano de ação e seu aprimoramento. Seus objetivos foram os seguintes: compreender os dados coletados; verificar os pressupostos da pesquisa e/ou resposta às questões e diretriz formulada; e ampliar o conhecimento sobre o assunto pesquisado, articulando-o ao contexto sócio-cultural do qual faz parte. De acordo com Alves-Mazzotti (1998), os dados coletados precisam ser organizados e compreendidos. Isso se faz através de um processo continuado em que se procura identificar dimensões, categorias, tendências, padrões, relações, desvendando-lhes o significado. Esse é um processo complexo,

não-linear, que implica um trabalho de redução e interpretação dos dados que se inicia já na fase exploratória e acompanha toda a investigação.

Segundo Gomes (1994), uma das técnicas importantes utilizadas para a análise de dados é a análise do conteúdo que esses dados apresentam. Essa técnica possui duas funções: uma refere-se à verificação da diretriz e/ou questão proposta; poderá, também, servir para descobrir o que ficou por detrás dos conteúdos manifestos, indo além das aparências do que está sendo comunicado. Em meu estudo pude perceber que ambas as funções estiveram presentes na análise dos dados.

O material analisado na fase em questão foi obtido por meio de questionários, entrevistas, análises escritas, apresentações orais, discussões e anotações. Alguns dos dados foram registrados por meio de gravações em cassete e/ou em vídeo; outros obtive por meio de anotações, sendo todos abordados de forma interpretativa. A ordem cronológica estabelecida para análise dos dados coletados foi baseada nas etapas estabelecidas por Gomes (1994):

- ❖ Preparação do material: constituiu na preparação de todos os materiais coletados a fim de iniciar a análise. Assim, eu tinha em mãos as fitas de vídeo, o diário das anotações em sala de aula, as análises escritas dos alunos, os questionários e a transcrição das entrevistas.
- ❖ Pré-análise e exploração do material: consistiu no estabelecimento de contato, por meio da leitura, com os materiais a analisar para se deixar invadir pelas impressões. A intenção era tomar contato holístico com todo o material, de modo a se impregnar dele.
- ❖ Tratamento dos resultados obtidos e interpretação: foram ocorrendo durante e depois de todo o processo de coleta, o que me permitiu reelaborações no desenvolvimento dos estudos.

A pergunta diretriz da pesquisa era algo que me provocava e, assim, ela sempre me vinha à mente, mesmo porque eu estava naquelas turmas, acompanhando aqueles alunos, com o objetivo de desenvolver a pesquisa. Enquanto realizava tal trabalho, os estudos teóricos eram encaminhados, o que favorecia atentar para certos aspectos em detrimento de outros. Posso dizer, portanto, que os dados que selecionei foram aqueles que tinham significado para meu estudo, levando em conta também minha experiência e vivência acumuladas. Assim sendo, acredito ser esse um aspecto positivo, uma vez que não havendo certezas e construindo o caminho a partir das dúvidas que surgiam no desenrolar da pesquisa, passei a enxergar dados que favoreceriam o encaminhamento da questão-problema estabelecida.

A partir da análise dos dados empíricos, conjugados com o referencial construído no estudo exploratório e com a pesquisa bibliográfica, adveio a possibilidade de alcance dos objetivos do estudo, culminando na elaboração de um referencial teórico-prático que poderá compor o planejamento da disciplina de Matemática, em especial para a 1^a. série do Ensino Médio. Nesse sentido, espero que minha pesquisa possa contribuir com a área científica, trazendo subsídios para a compreensão das relações existentes entre as variáveis que compõem o processo ensino-aprendizagem de matemática. Isso não significa que estou propondo uma teoria ou uma receita pronta, mas acredito que novos enfoques e concepções possam ser gerados a partir desse processo.

Enfim, esclarecidas as questões em torno da metodologia de pesquisa e os procedimentos adotados, nos próximos quatro capítulos descreverei, de forma mais detalhada, o contexto no qual a pesquisa empírica foi desenvolvida.

5

Analizando a proposta

*“Para enxergar claro, basta mudar a
direção do olhar.”*

Antoine Saint-Exupéry

Por fazer parte de um contexto social em constante movimento e mutação, é possível afirmar que a educação precisa também se transformar de forma cada vez mais rápida, devido a nova compreensão que se tem sobre o papel da escola como elemento de desenvolvimento social, estimulada pela incorporação de novos conhecimentos, quer sejam eles científicos ou tecnológicos. Tais conhecimentos têm sido produzidos num volume avassalador, constantemente superados, colocando novos parâmetros para formação do cidadão, pois conhecer não significa acumular conhecimentos. Dessa forma, a atual sociedade, marcada pela revolução tecnológica, vem exigir da escola que esta possa oportunizar a formação de competências básicas, tanto no exercício da cidadania como no desempenho de atividades profissionais. Tal exigência é estabelecida na Constituição Brasileira de 1988, por meio do seguinte dispositivo:

A educação, direito de todos, é dever do estado e da família e será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1988, Art. 205).

O referido dispositivo torna-se explícito no Art. 22 da atual LDB, sendo responsável pelo seu cumprimento a Educação Básica:

A Educação Básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurando-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecendo-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (BRASIL, 1999a).

Em seu artigo 21, a LDB considera como Educação Básica o conjunto formado pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, sendo este último considerado como “etapa final da Educação Básica”.

O interessante a se destacar é que foi somente na atual LDB que o Ensino Médio recebeu identidade própria. Revisitando a história da educação brasileira³³, no contexto que enfatiza à origem do Ensino Médio (foco principal de meu estudo), percebemos que é antiga a discussão em torno da função social desse grau de ensino. Todavia, na atual LDB, em que o Ensino Médio é considerado como parte integrante da Educação Básica, fica evidenciado que a sua função primordial é completar a formação do indivíduo para a vida social, enquanto

³³ PILETTI, Nelson. **Ensino de 2º. grau**: educação geral ou profissionalizante. São Paulo: EPU, 1988. PILETTI, Nelson. **História da Educação no Brasil**. São Paulo: Ática, 1991. RIBEIRO, Maria Luisa Santos. **História da Educação Brasileira**: a organização escolar. 5 ed. São Paulo: Cortez, 1991. ROMANELLI, Otaiza de Oliveira. **História da educação no Brasil (1930-1973)**. Petrópolis: Vozes, 1989.

cidadão. Tal caráter formativo, atribuído ao Ensino Médio, foi conseguido graças às lutas que se travaram a fim de se conseguir uma extensão de obrigatoriedade para esse grau de ensino. Incorporado na Constituição como resultado das pressões populares, esse dispositivo visa a estender o acesso ao Ensino Médio para todos os cidadãos brasileiros.

Com isso, não se pode mais restringir o Ensino Médio ao objetivo restrito de preparação para o Ensino Superior (função essa, que lhe foi atribuída em grande parte das leis educacionais até então existentes), nem à função de formação profissionalizante. É percebido, no contexto de nossa sociedade científico-tecnológica, que não se exige do cidadão apenas o domínio da leitura, do cálculo e da escrita. É preciso que saibamos interpretar o mundo.

Nesse sentido, cabe ao Ensino Médio a responsabilidade de gerar aos educandos oportunidades que lhes permitam a formação de importantes capacidades:

[...] capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. (BRASIL, 1999a, p. 27).

A fim de desenvolver as referidas capacidades, as propostas que resultaram na reforma curricular do Ensino Médio pautaram-se na construção de novos conhecimentos e seus desdobramentos, voltados à produção e às relações sociais de modo geral. Para tanto um dos principais enfoques previsto para o Ensino Médio é o de preparar o aluno para a vida, de forma que, a partir dos conhecimentos que construirá, consiga relacioná-los com o contexto científico-tecnológico e social no qual está inserido, como supõe a própria concepção de cidadania explicitada na proposta educacional vigente: [...] *a cidadania não é uma condição ou qualidade separada da aprendizagem escolar. É, antes de qualquer coisa, a aplicação prática daquilo que o aluno aprende nos conteúdos curriculares, é o conhecimento das ciências, das linguagens, das matemáticas, utilizadas de modo responsável, solidário e incluyente.* (BRASIL, 1999a, p. 98). Essa finalidade vem ao encontro dos objetivos de uma educação voltada para o enfoque CTS³⁴, uma vez que prevê a necessidade de haver em nossas escolas uma educação centrada não só na simples transmissão de conteúdos voltados para os conhecimentos científico-tecnológicos, mas que, sobretudo, desenvolva no aluno competências para compreender e questionar de forma crítica e reflexiva tais conhecimentos.

³⁴Conforme comentado no segundo capítulo.

Propõe-se que as áreas integrantes do Ensino Médio venham a estabelecer relações entre teoria e prática, entre sujeito e objeto, possibilitando ao indivíduo, terminado esse grau de ensino, atuar ativamente na sociedade, de tal forma que possa desempenhar plenamente suas funções, contribuindo de forma crítica e reflexiva com o desenvolvimento econômico e social. Com efeito, percebe-se que os objetivos dos PCNEMs e os do enfoque CTS se coadunam, pois a educação deve aproximar-se dos problemas que a sociedade enfrenta, e isso envolve certamente o desenvolvimento científico-tecnológico. Porém, reconhecer a importância de tal formação no Ensino Médio não foi tão simples assim. A caminhada em busca de tais propósitos foi longa³⁵ e adquiriu substância somente a partir de 1996, ano em que foi publicada a atual LDB e, posteriormente, os Parâmetros Curriculares.

Nesse sentido, procurei neste capítulo enfatizar o suporte pedagógico da LDB (explicitado através dos PCNEMs), ancorado na interdisciplinaridade e na contextualização, tendo como via de efetivação o currículo por competências. Com base em tais pressupostos, realizei uma análise no currículo de Matemática do Ensino Médio da UTF-PR, com o objetivo de verificar se tal documento encontra-se em acordo com a proposta vigente na LDB e nos PCNEMs e se assim disposto, permite que a inserção de novos enfoques possa ser feita.

5.1 Os pressupostos da atual proposta

A meta estabelecida pela educação básica no Brasil é a de promover o desenvolvimento pessoal do aluno, tornando-o capaz de tomar decisões ao longo de sua vida e de intervir na sociedade da qual participa.

Para que tal meta pudesse ser alcançada, uma proposta inovadora mostrou-se necessária. Dessa forma, a estrutura curricular do Ensino Médio brasileiro baseou-se na definição de três grandes áreas: a área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, a de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e a de Ciências Humanas e suas Tecnologias. Tal proposta vem substituir a antiga lista de disciplinas e de conteúdos obrigatórios. Cada área é composta por um conjunto de competências e habilidades a serem construídas pelos educandos ao longo dos três anos do Ensino Médio, as quais, muitas vezes, pressupõem a consolidação e o aprofundamento de aprendizagens anteriores ou, mesmo, extrapolam o ambiente escolar, ampliando-se ao longo da vida.

De acordo com os PCNEMs, a organização do currículo por áreas:

³⁵ Id. PILETTI, ROMANELLI, RIBEIRO

[...] existe para assegurar uma educação de base científica e tecnológica, na qual conceito, aplicação e solução de problemas concretos são combinados com uma revisão dos componentes sócio-culturais orientados por uma visão epistemológica que concilie humanismo e tecnologia. (BRASIL, 1999a, p. 39).

Considera-se, nos referidos documentos, que:

[...] uma base curricular nacional organizada por áreas de conhecimento não implica na desconsideração ou esvaziamento dos conteúdos, mas na seleção e na integração dos que são válidos para o desenvolvimento pessoal e para o incremento da participação social. (BRASIL, 1999b, p.16).

Com esse intuito, o ensino deixa de ser centrado na transmissão de conteúdos e passa a ser orientado pela construção de conhecimentos, buscando a interação entre os conhecimentos presentes em cada uma das áreas de ensino. Isso implica que cada conhecimento presente nas áreas pretende promover atitudes que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos, contribuindo, por exemplo, para o entendimento e análise de problemas que envolvem o aluno em sua cidadania, em sua vida profissional, e para a tomada de decisão frente a tais problemas. É possível percebermos, nesse sentido, as possibilidades que se abrem na proposta educacional vigente em relação aos princípios do enfoque CTS. Pensar o ensino com base nesse enfoque significa assumir que todos os conhecimentos resultaram de uma construção social, das intervenções das mais variadas áreas pertencentes à sociedade e que, para evoluirmos frente ao desenvolvimento científico-tecnológico que nos apresenta, é necessário defendermos nosso direito de participação e intervenção nas decisões que envolvem nossos interesses enquanto cidadãos. Esses ideais são também amparados pelo contexto dos PCNEMs.

Além disso, o novo currículo indica também a superação do conteudismo, na medida em que aponta a necessidade de se construir conhecimentos significativos e contextualizados para os jovens. Se a aprendizagem se concretiza quando "faz sentido", é preciso que os contextos utilizados para a construção dos saberes possuam algum tipo de significado para os jovens, relacionando-se com o que eles vivem e aprendem fora da escola. Dessa forma, as competências e habilidades de cada uma das áreas procuram voltar-se para a preparação do cidadão em sua convivência e inter-relações com o meio no qual vive.

A nova organização curricular também coloca uma grande responsabilidade para a escola, pois será ela quem construirá o currículo de ação e seus docentes, o currículo ensinado. Dessa forma, a proposta da escola deverá estar baseada nos princípios axiológicos, presentes na proposta educacional: [...] *fortalecimento dos laços de solidariedade e de*

tolerância recíproca; formação de valores; aprimoramento como pessoa humana; formação ética; exercício da cidadania. (BRASIL, 1999a, p. 161). Ao destacar os princípios citados, fundamentais para a vida humana em sociedades complexas como esta em que vivemos, a proposta educacional prevê para a escola um compromisso com o mundo em que ela se situa. Para cumprir com seu papel, o currículo escolar precisa dar conta da complexidade da vida pessoal, da vida civil e da vida profissional, tal como se apresentam hoje. Nessa rede de relações, será necessário que o currículo em ação possa garantir ao educando a capacidade de se inserir no presente que vive e se preparar para o futuro que quer viver. Com esse objetivo, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEMs) destacam como princípios básicos a serem inseridos no currículo do Ensino Médio:

Vincular a educação ao mundo do trabalho e à prática social; compreender os significados; ser capaz de continuar aprendendo; preparar-se para o trabalho e o exercício da cidadania; ter autonomia intelectual e pensamento crítico; ter flexibilidade para adaptar-se as novas condições de ocupação; compreender os fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos; relacionar a teoria com a prática. (BRASIL, 1999a, p. 161).

Tais princípios contribuem para o entendimento do significado da ciência e da tecnologia na vida social e humana, gerando protagonismo diante das inúmeras questões políticas e sociais, para cujo entendimento e solução as ciências da natureza são uma referência relevante. Assim se prevê para o Ensino Médio, por meio de suas áreas, dar subsídios para que os educandos possam interpretar dados quantitativos, por meio das medidas, sendo capazes de quantificar, calcular, analisar e entender os fenômenos físicos e naturais. A proposta ressalta que é necessário que os alunos possam compreender que o desenvolvimento das ciências tem acompanhado a evolução tecnológica e que o impacto das tecnologias tem se associado aos processos científicos. Coloca-se, portanto, a necessidade de os educandos terem tanto o entendimento para se utilizarem das novas tecnologias, como para ficarem atentos aos riscos e benefícios que elas podem trazer para a vida social.

Nesse sentido, os PCNEMs reforçam que a sociedade na qual está inserido o cidadão seja compreendida como construção humana que se modifica ao longo de sua historicidade, por ser um processo coletivo. É função também do Ensino Médio conscientizar o aluno de que ele é um agente social contribuinte para a gênese e transformação dos fatores que intervêm na sociedade, percebendo os desdobramentos político-sociais, culturais, econômicos e humanos. Logo, é preciso uma aprendizagem que capacite o aluno a exigir os seus direitos, cumprir os seus deveres e reivindicar sua participação nas tomadas de decisões na sociedade em que vive, dialogando com aqueles que o cercam. O desenvolvimento curricular na escola

tornar-se-á um exercício cotidiano de seleção de conceitos, teorias e métodos que deverão ser mobilizados no enfrentamento de situações-problema desafiadoras à inteligência e à consciência cultural, social e política dos educandos.

Dessa forma, por meio das competências e habilidades não serão apenas trabalhados com os alunos os conhecimentos presentes em cada uma das áreas de conhecimento, mas também os valores que estão presentes nesses conhecimentos. Para tanto, por meio das competências e habilidades, há o compromisso da educação em estar voltada para as relações existentes em nossa sociedade, compreendendo-a e transformando-a.

Diante disso, os PCNEMs foram estruturados de modo a propiciar uma compreensão interdisciplinar e contextualizada dos conhecimentos e competências, visando às articulações entre eles existentes. Para tanto, estabelece três eixos de competências a serem contemplados nas três áreas: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural.

Assim, a construção de competências e habilidades de representação e comunicação extrapola o trabalho desenvolvido com os conteúdos da área de Linguagens. É necessário que os alunos tomem contato com as várias linguagens que se relacionam no contexto social e organizam as várias formas de comunicação. Entende-se que o homem é um ser que vive mergulhado na linguagem, por meio da qual expressa seus pensamentos e reconstitui o universo, por isso a importância, conforme os PCNEMs, de inserir o aluno como cidadão num mundo codificado. O domínio das várias linguagens como instrumentos de comunicação e as relações existentes nas diversas práticas sociais fazem do aluno um participante ativo e um cidadão consciente. A utilização dos códigos, de acordo com os PCNEMs, não visam apenas ao domínio técnico mas, sobretudo, a desenvolver a competência de desempenho na utilização das várias formas de linguagem nos mais variados contextos de seu cotidiano.

Utilizando as várias linguagens e códigos, o aluno poderá compreender as ciências como construção humana, como saberes que evoluíram por meio de rupturas, estando sempre relacionados com a transformação da sociedade. Assim, cabe ao Ensino Médio [...] *aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços.* (BRASIL, 1999a p. 42). Nesse contexto, a matemática tem também uma grande relevância, ao permitir a representação e análise dos fenômenos numericamente tratados.

Por fim, a contextualização sócio-cultural vem perpassar as três áreas e, conseqüentemente, os conhecimentos que delas fazem parte. Na qualificação dos diversos contextos de caráter social, econômico, político, cultural, científico e tecnológico não se pode

conceber a compreensão das linguagens, das ciências e das tecnologias sem essa mesma contextualização. Sem essa referência à sociedade e à cultura, as letras, as ciências e as tecnologias ficam desprovidas de sentido e jamais os alunos terão condições de compreendê-las e de compreender o papel que elas desempenham no mundo.

Ao se configurar o currículo escolar, é preciso ter sempre em mente a interdependência entre os três eixos citados, compreendendo-se que não se aprende Língua Portuguesa, por exemplo, sem o exercício da leitura, da escrita e da fala em Biologia e em História; de que não se aprende Matemática sem a compreensão das outras linguagens e sem seu uso na Física ou na Geografia; e de que não se constrói conhecimento algum sem uma compreensão filosófica do próprio conhecimento.

Dessa forma, ao se constituir uma estrutura curricular que relacione as três áreas de conhecimento, a escola terá opções de incorporar a realidade social, científica, tecnológica e cultural vivida pelos alunos, permitindo que eles próprios possam verificar a interdependência e interferência de um conhecimento sobre os demais.

A ausência desse amplo conjunto de valores, competências e conhecimentos associados implicará necessariamente a exclusão de tais indivíduos da ação consciente e crítico-reflexiva em uma série de contextos de sua vida. Implicará, portanto, sua exclusão da própria cidadania, uma vez que se entende a cidadania como algo mais amplo e menos formal, enraizado em todos os contextos da vida pessoal e social.

Diante de tal proposta curricular, nós docentes, em conjunto com as demais instâncias educacionais, temos o grande desafio de transformar a escola média em uma nova escola, na qual o ensino-aprendizagem se caracterize em um fazer escolar formativo/produtivo/reflexivo fundado em competências que permitam ao aluno entender e participar de uma sociedade científico-tecnológica como a nossa.

Para isso, é preciso ultrapassarmos algumas tendências que existem em todos os níveis de ensino, como a de analisar a realidade de maneira segmentada, sem a compreensão das inter-relações entre os conhecimentos. Para se evitar tal prática, propõe-se para o Ensino Médio os princípios curriculares da interdisciplinaridade e da contextualização dos conhecimentos, como recursos complementares para ampliar as inúmeras possibilidades de interação entre os vários conhecimentos e entre as áreas. Nesse sentido, acredito ser pertinente trazer nas próximas seções alguns comentários a respeito desses princípios organizadores do currículo do Ensino Médio, porém sem grande aprofundamento, pois o que pretendo é evidenciar que tais princípios são também ideais defendidos pelo enfoque CTS, cuja implantação no contexto educacional se reveste de grande importância.

5.1.1 Princípios pedagógicos organizadores do currículo

O agrupamento de conteúdos diversos em áreas e a definição de competências e habilidades gerais implicam um repensar sobre a organização curricular tradicional. Ressalta-se a necessidade de desfragmentar o saber, ou seja, de perceber que o cotidiano escolar está dividido em disciplinas que não se comunicam. A nova concepção curricular baseia-se no diálogo entre os conhecimentos específicos, salientando-se convergências e semelhanças, diversidades e singularidades, incorporando os princípios da interdisciplinaridade e da contextualização na formação das competências e habilidades. Nesse sentido, faz-se necessário indicar, com mais precisão, qual o papel de cada componente na construção de um currículo flexível e também que interações entre esses componentes são necessárias para que tal currículo se construa.

5.1.1.1 O trabalho interdisciplinar e contextualizado

O intuito de organizar o currículo do Ensino Médio por áreas vem afirmar a necessidade de que os conhecimentos venham a ser trabalhados numa perspectiva interdisciplinar e contextualizada. Isso não significa que tenham que ser criadas novas disciplinas. O que se tem em mente é a utilização dos vários conhecimentos na compreensão de um fenômeno em seus vários pontos de vista. Assim sendo, os PCNEMs ressaltam que:

[...] ao se propor uma nova forma de organizar o currículo, trabalhado na perspectiva interdisciplinar e contextualizada, parte-se do pressuposto de que toda aprendizagem significativa implica uma relação sujeito-objeto e que, para que esta se concretize, é necessário oferecer as condições para que os dois pólos do processo interajam. (BRASIL, 1999a, p. 45).

Essa postura visa despertar no aluno a capacidade de compreender e intervir na realidade numa perspectiva autônoma e desalienante.

Juntamente com a proposta interdisciplinar, a contextualização do conhecimento evoca por si só o trabalho em áreas de ensino, pois os saberes se relacionam e agem em vários contextos e realidades. No conteúdo dos PCNEMs se estabelece que contextualizar os conhecimentos *não significa liberá-los do plano abstrato da transposição didática para aprisioná-los no espontaneísmo e na cotidianidade*. (BRASIL, 1999a, p. 144). Deve-se entender que a recomendação da contextualização e da interdisciplinaridade, como princípios de organização pedagógica, pretende facilitar a aplicação dos conhecimentos escolares e relacioná-los com a vida dos alunos, não por intermédio da aplicação imediata, mas por meio de situações problematizadoras que levem o aluno a tomar suas próprias decisões.

A interdisciplinaridade deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários. Explicação, compreensão e intervenção são processos que requerem um conhecimento que vai além da descrição da realidade e mobiliza competências cognitivas para deduzir, tirar inferências ou fazer previsões a partir do fato observado. (BRASIL, 1999a).

Nesse sentido, a interdisciplinaridade começa no entendimento de que os mundos – físico e social – requerem que as disciplinas se articulem, superando a fragmentação e o distanciamento, para que possamos conhecer mais e melhor. Interdisciplinaridade e contextualização tornam-se recursos que ampliam as possibilidades de interação entre as áreas e seus conteúdos, permitindo um perpassar de entendimentos e novas construções. Sua perfectibilidade é realizada na prática, na medida em que são feitas experiências reais de trabalho em equipe, exercitam-se suas possibilidades, problemas e limitações. Essa reflexão ajudará na compreensão de que o saber é um constructo em que todos os conhecimentos estão interligados, uma vez que, na tomada de decisões para resolução de um problema, não se terá uma solução satisfatória enquanto não for analisado e considerado o maior número possível de variáveis envolvidas.

Dessa forma, Zanoni (2000) considera que a interdisciplinaridade é muito mais um ponto de partida do que um ponto de chegada e que ela não é dada de antemão, por meio de fórmulas ou regras, mas se constrói, num processo criativo, a múltiplas mãos, necessitando para isso de um tempo e de uma dinâmica de trabalho bastante distintos de um processo de pesquisa disciplinar.

A interdisciplinaridade gera uma atitude de reciprocidade que sugere a troca e o diálogo, o qual pode ocorrer tanto entre pares idênticos como entre pares anônimos ou do indivíduo consigo mesmo, caracterizando a limitação do próprio saber e a possibilidade de desvendar novos saberes e novos desafios diante do novo. De acordo com Fazenda (2002), entende-se que a interdisciplinaridade impõe-se não só como forma de compreender e modificar o mundo, como também uma exigência interna das ciências, que busca o restabelecimento da unidade perdida do saber. Percebo que nesse conceito, mesmo que indiretamente, a interdisciplinaridade volta seu objetivo para as necessidades que o enfoque CTS ressalta, dentre as quais a de entender o entorno no qual vivemos, para tomar decisões, com base nas interconexões dos saberes.

Uma outra exigência para o trabalho interdisciplinar volta-se para o papel do professor, que tem fundamental importância, [...] pois é ele quem toma a iniciativa de

escolhas e, analisando as necessidades dos alunos, pode planejar o desenvolvimento, aprofundamento e inter-relação dos conhecimentos anteriormente obtidos. (BRASIL, 1999a, p.126). Faz-se, assim, uma ponte entre os conhecimentos que os alunos possuem e os novos conteúdos que deverão aprender. Além disso, a interdisciplinaridade também pode estar envolvida [...] *quando os sujeitos que conhecem, ensinam e aprendem, sentem necessidade de procedimentos que, numa única visão disciplinar, podem parecer heterodoxos, mas fazem sentido quando chamados a dar conta de temas complexos.* (NUNES, 2002, p.79). Ao pensar de maneira interdisciplinar, o professor passará a compreender o aluno como um ser histórico que participa de um processo dialógico de produção de conhecimento, que proporciona a ele (professor) um leque de oportunidades para operacionalizar seus projetos.

Como intermediadora da interdisciplinaridade aparece a contextualização, que tem por objetivo evocar áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, mobilizando os saberes já adquiridos pelos alunos. De acordo com Nunes (2002, p. 84) *contextualizar o conteúdo a ser aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto.* Portanto, a contextualização tem a capacidade de tornar o aluno ativo e participativo dentro da sua realidade social.

A contextualização, portanto, é entendida como o recurso para ampliar as possibilidades de interação não apenas entre as disciplinas nucleadas em uma área de conhecimento como também entre as próprias áreas de nucleação. Visa a tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente e, assim, retirar o aluno da condição de espectador passivo. A contextualização, como princípio da organização curricular, aproxima os conteúdos escolares da vida cotidiana do aluno – aproximando escola da vida em sociedade. Ela se faz necessária, uma vez que, comumente na escola os conteúdos curriculares são repassados aos alunos de forma abstrata e formulados em graus crescentes de generalizações, o que faz com que o aluno tenha dificuldades em aplicá-los em situações concretas. Somente algumas vezes esses conteúdos são aprendidos de forma satisfatória.

Assim, a contextualização de conhecimentos não pode ser um simples estabelecimento de relações entre conteúdos. Ela requer um comprometimento com a realidade social dos educandos, sendo, portanto, um processo de investigação coletiva, um interrogar permanente sobre a cotidianidade contraditória frente ao papel que deve cumprir a escola.

Nunes (2002) chama atenção para que não se entenda a contextualização como forma de banalizar os conteúdos das disciplinas, numa perspectiva espontaneísta. Outrossim,

deverá ser encarada como um recurso pedagógico que fará da construção do conhecimento um processo permanente de formação de capacidades intelectuais superiores. Tal processo permitirá ao aluno transitar do mundo da experiência imediata e espontânea para o plano das abstrações, reorganizando suas experiências de forma a entender que mesmo situações particulares poderão ser entendidas e estudadas a partir de um princípio geral.

Em suma, podemos entender que interdisciplinaridade e contextualização são recursos complementares, ou seja, princípios norteadores da organização curricular, que ampliam as possibilidades de interação entre as disciplinas. Nesse sentido,

[...] a integração entre conhecimentos pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora, na medida que ofereça maior liberdade aos professores e alunos para a seleção de conteúdos mais diretamente relacionados aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade. (BRASIL, 1999a, p. 145).

Portanto, para que a interdisciplinaridade e a contextualização possam efetivar-se, há necessidade de que todos os envolvidos no ambiente escolar se conscientizem dos seus objetivos e admitam a flexibilidade das estratégias de ensino-aprendizagem. Além disso, eles precisam entender a reciprocidade gerada pela interação e correlação entre as disciplinas. É imprescindível que a educação busque esses dois princípios citados, como forma de excluir a tendência em hierarquizar os conhecimentos, requerendo sim a colaboração de diferentes disciplinas em termos de igualdade, complementaridade e interdependência quanto à contribuição que podem dar e que deve existir no processo de formação.

Sendo assim, esses dois princípios norteadores do currículo têm o propósito de reordenar a formação do aluno por meio de um pensamento capaz de apreender a realidade para solucionar os variados problemas que ele poderá enfrentar ao longo de sua vida como cidadão e profissional.

Um currículo que permita a contextualização e a interdisciplinaridade, tanto entre as áreas quanto entre as disciplinas, poderá fundamentar-se em um método capaz de reunir as atenções dispersas dos saberes disciplinares, formando uma realidade desfragmentada. Além do mais, os dois princípios citados, têm em vista mediar a comunicação entre os conhecimentos sem, necessariamente, criar novas teorias, uma vez que resguardam as características disciplinares tão importantes na geração dos aportes científicos ao entendimento global do problema. Santomé (1998, p.45) destaca que:

Também é preciso frisar que apostar na interdisciplinaridade significa defender um novo tipo de pessoa, mais aberta, mais flexível, solidária, democrática. O mundo atual precisa de pessoas com uma formação cada vez mais polivalente para enfrentar uma sociedade na qual a palavra mudança é um dos vocábulos mais freqüentes e onde o futuro tem um grau de imprevisibilidade como nunca em outra época da história da humanidade.

Nas palavras de Santomé (1998), podemos perceber que a mudança é o caminho para se efetivar as propostas dos PCNEMs. Para isso, precisamos ter subsídios para entender e acompanhar essas transformações. É preciso haver uma mudança pedagógica, metodológica e, principalmente, mudança na postura entre os membros que constituem o âmbito educacional em nosso país, visto que uma proposta não implica uma pura e simples aplicação em nosso cotidiano escolar. Os PCNEMs propõem que, de forma geral, se promova em sala de aula uma atitude criativa e crítica, na perspectiva de construir coletivamente o conhecimento por meio das competências. Em tal construção, é preciso buscar informações que, muitas vezes, fogem à nossa redoma de saberes, na medida em que precisam ser articulados com outros conhecimentos, uma vez que os saberes sozinhos não conseguem solucionar problemas. Além disso, é necessário argumentar e contra-argumentar, com base em problemas compartilhados com outras áreas, para que a solução seja buscada coletivamente, trazendo benefícios mútuos.

5.1.1.2 O currículo por competências

As DCNEMs e os PCNEMs têm colocado, seguindo exemplo de outros países, a necessidade de centrar o ensino e aprendizagem no desenvolvimento de competências e habilidades por parte do aluno, em lugar de centrá-lo no conteúdo disciplinar. Ao invés de uma lista de disciplinas e de conteúdos obrigatórios, o currículo foi dividido em três áreas de ensino, sendo que cada área é composta por um conjunto de competências e habilidades a serem construídas pelos educandos. A aquisição das competências e habilidades propostas para o Ensino Médio não pressupõe uma aprendizagem mecânica. Competências e habilidades voltam-se para mobilização de esquemas mentais de caráter cognitivo, sócio-afetivo ou psicomotor que, mobilizados e associados a saberes teóricos ou a experiências, geram um saber-fazer. Elas estão ligadas a um saber que construímos internamente; não é aptidão, mas sim estar apto a, ou seja, é potência.

Adotar um currículo voltado para competências e habilidades significa compreender que o foco da ação escolar está na aprendizagem e não no ensino, pois o professor desempenha o importante papel de orientador, cabendo ao aluno uma participação ativa e constante no processo de construção e reconstrução de seu próprio conhecimento.

Ao direcionar o foco do processo de ensino-aprendizagem para o desenvolvimento de competências e habilidades, é preciso ressaltar que elas necessitam ser vistas como finalidades de ensino. Nesse sentido, Ropé (1997) definem como competência a capacidade para resolver um problema em uma situação dada, o que implica sempre ação que só pode ser mensurada por meio da aferição de resultados. Vista por esse ângulo, a competência permite pôr em prática conhecimentos frente a uma determinada situação. Ela não caracteriza o uso mecânico de regras, mas sim uma capacidade de o indivíduo buscar os mais variados recursos, de forma criativa e inovadora, no momento em que se defronta com uma situação-problema. Ou seja, o sujeito necessita agir de forma crítica e reflexiva para resolver o problema.

A competência abarca, portanto, um conceito de conjunto. Perrenoud (1999) comenta que competência seria ordenar um conjunto de esquemas. A competência implica uma mobilização dos conhecimentos e esquemas que se possui para desenvolver respostas inéditas, criativas, eficazes para problemas novos. Assim, o referido autor afirma que a partir do momento que a pessoa põe em prática seus conhecimentos, sem pensar, pois já o fez, não falamos mais em competência e, sim, em habilidade ou hábito. Perrenoud (1999) comenta que Bourdieu (1972) chama de *habitus* essa capacidade que nos permite enfrentar situações pouco variáveis com uma determinada eficácia, tendo internizado essa ação, sem a necessidade de reflexão.

Um currículo voltado para as competências expõe alunos e professores a situações inesperadas, pois é necessário que os alunos descubram os seus próprios caminhos. Quanto mais "pronto" for o conhecimento que chega a eles, menos estarão desenvolvendo a própria capacidade de buscar conhecimentos, para "aprender a aprender". Essa capacidade se faz necessária principalmente quando, ao longo da vida, o aluno depara-se com situações que não foram formalizadas e sistematizadas em sala de aula. Ele terá, então, que transpor (mobilizar) para o cotidiano todos os conhecimentos e experiências anteriormente vistas e, de posse dos recursos que possui, poderá buscar novas informações e traçar novas hipóteses para solução do problema.

Para que isso aconteça, de acordo com Perrenoud (1999, p. 53), caberá ao professor, num currículo por competências, levar em conta algumas posturas, tais como:

Considerar os conhecimentos como recursos a serem mobilizados; trabalhar regularmente por problemas; criar ou utilizar outros projetos com seus alunos; adotar um planejamento flexível e indicativo e improvisar; implementar e explicar um novo contrato didático; praticar uma avaliação

formadora em situações de trabalho; e dirigir-se para uma menor compartimentalização disciplinar.

A capacidade de negociação com os alunos não aparecerá somente como forma de democratizar as escolhas, mas como uma divisão do poder e responsabilidades. Cabe ao professor o papel de mediador, ou seja, aquele que estimula o debate, para as negociações entre os alunos, e dos alunos para com ele. Para tanto, o docente terá que se acostumar a um currículo flexível.

A flexibilidade curricular exigirá também um replanejamento no contrato didático. As tarefas discentes de ouvir, responder, escrever, calcular não serão mais tarefas individuais e sim uma construção em grupo. Outro aspecto necessário para o desenvolvimento de competências que são gerais e não setorializadas é a ruptura das barreiras que se criaram entre as diferentes disciplinas. Para garantir que os conhecimentos trabalhados tenham um significado real para o aluno, é necessário: lembrarmos-nos de que os conhecimentos não existem, no mundo real, divididos em disciplinas. Ao desempenhar qualquer atividade social ou profissional na vida, utilizamos concomitantemente saberes diversos. De acordo com Perrenoud (1999), desenvolver um trabalho voltado para a aquisição de competências e habilidades não significa, de forma alguma, abandonar as disciplinas. O que se pretende é a quebra da linearidade dos conteúdos. Se o foco não está concentrado nos "conteúdos disciplinares" mas, sim, nas competências construídas, a noção de "pré-requisitos" disciplinares é sobrepujada pela flexibilidade do "ir e vir" por meio de conceitos, contextos e valores construídos e diferenciados através dos tempos.

É verdade que cada disciplina tem as suas particularidades, estratégias próprias, uma abordagem epistemológica que lhe é característica. Entretanto, é também verdade que nenhum fenômeno complexo envolve uma única disciplina para a sua resolução. Uma vez que essas estruturas da inteligência se formam e se reorganizam na ação consciente sobre o mundo, sobre os fenômenos naturais, sociais e culturais, há um permanente tecer e entretecer de competências e conhecimentos de alto poder explicativo que atuam como ferramentas intelectuais no confronto com a realidade.

Competências e conhecimentos, portanto, não são pressupostos neutros diante dos desafios do mundo contemporâneo, nem deve ser o currículo escolar uma entidade neutra, alheia aos acontecimentos de nosso meio. Os valores, especialmente aqueles que permitem consolidar a experiência democrática, devem estar presentes nos currículos, menos como discurso e mais como prática crítico-reflexiva.

É necessário que cada professor sinta-se responsável pela formação global de seu aluno e não por um único aspecto, informativo e relacionado à sua área. Existem, porém, competências que ultrapassam uma única área, ressaltando, assim, a importância de trabalhar em conjunto com outras disciplinas, numa visão contextualizada e interdisciplinar.

Mudar o foco para o desenvolvimento de competências e habilidades implica, além da mudança de postura da escola, um trabalho pedagógico integrado, em que se definam as responsabilidades de cada integrante do processo ensino-aprendizagem nessa tarefa. Cada integrante desse processo deverá ter em mente que num ensino por competências os resultados serão obtidos, muitas vezes, depois do período escolar, pois elas serão postas em prática no momento em que os alunos se depararem com situações-problema de seu cotidiano. Para tanto, cabe ao professor, em conjunto com as demais instâncias educacionais, escolher o enfoque para tratar a estrutura curricular que possa melhor se adaptar para que o currículo por competências possa ser executado.

5.1.1.3 O currículo por competências no ensino de matemática

A história das reformas curriculares³⁶ sempre foi marcada pela distância que separa as prescrições feitas nos documentos oficiais e aquilo que os docentes conseguem efetivar em sala de aula. Muitas discussões têm ocorrido em torno desse tema, tratando das diferenças que existem entre o currículo prescrito e o currículo como práxis. Sacristán (2000, p. 21) comenta que:

Conceber o currículo como uma práxis significa que muitos tipos de ações intervêm em sua configuração, que o processo ocorre dentro de certas condições concretas, que se configura dentro do mundo de interações culturais e sociais, que é um universo construído não natural, que essa construção não é independente de quem tem o poder de constituí-la.

Isso nos leva a entender que o currículo não pode ser compreendido separadamente das condições reais que o cercam. Entender o currículo num sistema educativo requer prestar atenção às práticas políticas e administrativas que se expressam em seu desenvolvimento, às condições estruturais, organizativas, materiais, preparação dos docentes, bagagem de idéias e significados que o modelam em sucessivos passos de transformação.

Sacristán (2000, p. 22) reforça a idéia anterior, ao explicitar que:

O significado último do currículo é dado pelos próprios contextos em que se insere: a) um contexto de sala de aula, no qual encontramos uma série de elementos como livros, professores, conteúdos, alunos; b) outro contexto

³⁶ Ler Id. PILETTI, ROMANELLI, RIBEIRO entre outros autores que tratam do assunto.

peçoal e social, modelado pelas experiências que cada pessoa tem e traz para vida escolar, refletidas em aptidões, interesses, habilidades etc, além do clima social que se produz no contexto de classe.

Visando a essas perspectivas foi que o currículo dos Campus da UTF-PR foi elaborado. Em reuniões freqüentes com representantes de tal instituição nos Campus de Ponta Grossa, Pato Branco, Cornélio Procópio, Campo Mourão, Curitiba e Medianeira, procurou-se determinar as competências, habilidades e conteúdos básicos para cada uma das respectivas séries do Ensino Médio em suas correspondentes áreas de conhecimento. Nesse documento, ficariam estabelecidos as habilidades e competências de cada uma das disciplinas em conjunto com a área a que pertencem. Porém, as metodologias, materiais a serem utilizados e as formas de avaliação, que mais se adequariam a cada uma das áreas de conhecimento, ficaria a critério dos docentes que trabalham com cada disciplina, para evitar critérios forçados. Essa liberdade concedida se apóia em Sacristán (2000, p. 45), para quem *o currículo se modela dentro de um sistema escolar concreto, dirige-se a determinados professores e alunos, serve-se de determinados meios, cristaliza, enfim, num contexto, que é o que acaba por lhe dar o significado real.*

Como o olhar principal deste estudo volta-se para o ensino de matemática, indicarei a seguir, no Quadro 4, a forma como ficou estabelecido o planejamento curricular para tal disciplina na 1ª. Série do Ensino Médio, uma vez que a implantação de meu plano de ação se deteve nessa série.

JUSTIFICATIVA**MATEMÁTICA**

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases, o Ensino Médio, assim como o Ensino Fundamental, tem por objetivo proporcionar ao educando a formação necessária ao desenvolvimento de suas potencialidades como elementos de auto-realização, preparação para o trabalho e para o exercício da cidadania (LDB, 1996).

Torna-se difícil encontrar a melhor maneira de adaptar os conteúdos programáticos com a lei que está em vigor e, ainda, tentando encontrar formas de se atualizar o que é ensinado com a vida cotidiana dos educandos. E como a matemática é uma linguagem que permite ao homem comunicar-se sobre fenômenos naturais e sobre a realidade em que está inserido, é extremamente necessária a sua utilização no processo didático de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, o aprendizado da matemática “é um processo natural resultante da vida em sociedade e da exposição mútua, da mesma maneira com a linguagem.” (D’AMBROSIO, 1996. p. 44).

Portanto, a educação matemática é uma atividade social que visa ao seu aprimoramento. É caracterizada como uma ação e, partindo desse pressuposto, deve-se relacioná-la tanto com a teoria quanto com a prática, pois esta é uma forma de se melhorar e modificar a realidade, seja social ou material.

Competências	Habilidades	Ementa
Desenvolver a capacidade de comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ler e interpretar textos de Matemática. ▪ Ler, interpretar e utilizar representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões etc). ▪ Transcrever mensagens matemáticas da linguagem simbólica (equações, gráfico, diagramas, fórmulas, tabelas etc) e vice-versa. ▪ Expressar-se com correção e clareza, tanto na língua materna, como na linguagem matemática, usando a terminologia correta. ▪ Produzir textos matemáticos adequados. ▪ Utilizar adequadamente os recursos tecnológicos como instrumentos de produção e comunicação. ▪ Utilizar corretamente instrumentos de medição e de desenho. 	Conjuntos Numéricos; Intervalos; Função; Função do 1º. Grau e inequações; Função do 2º. Grau e inequações; Domínio e imagem de funções reais; Função definida por várias sentenças; Função exponencial e logarítmica; Seqüências; Progressão aritmética e geométrica;
Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar o problema (compreender enunciados, formular questões etc). ▪ Procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema. ▪ Formular hipóteses e prever resultados. ▪ Selecionar estratégias de resolução de problemas. ▪ Interpretar e criticar resultados numa situação concreta. ▪ Distinguir e utilizar raciocínios dedutivos e indutivos. ▪ Fazer e validar conjecturas, experimentando, recorrendo a modelos, esboços, fatos conhecidos, relações e propriedades. ▪ Discutir idéias e produzir argumentos convincentes. 	

Continuação – Quadro 04 – Planejamento Curricular da 1ª. série do Ensino Médio		
Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático;	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolver a capacidade de utilizar a matemática na interpretação e intervenção no real. ▪ Aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento. ▪ Relacionar etapas da história da matemática com a evolução da humanidade. ▪ Utilizar adequadamente calculadoras e computador, reconhecendo suas limitações e potencialidades. 	

QUADRO 04 – Planejamento Curricular da 1ª. série do Ensino Médio

Fonte: Grade Curricular Ensino Médio – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Ponta Grossa.

A partir do planejamento exposto, é possível perceber que os conteúdos não ganham mais um lugar privilegiado como antigamente eram concebidos nos planejamentos de ensino. Não há determinação para o número de aulas destinado a cada um dos conteúdos e nem se estipula que tipo de avaliação, material ou metodologia deverá ser utilizada. Cada professor adaptará o planejamento curricular, seguindo as competências e habilidades conferidas a cada área de conhecimento e, por conseqüência, os conteúdos, adequados da melhor forma possível à realidade dos alunos

Vale lembrar que nos planejamentos de ensino anteriores à Lei n.º 9394/96, os conteúdos ocupavam lugar central, sendo a partir deles descritos os objetivos a serem alcançados em cada bimestre do ano letivo. Os próprios objetivos referiam-se a determinados conteúdos, como no exemplo a seguir:

1- Empregar conjuntos numéricos na resolução de problemas.

1.1 Identificar números naturais, inteiros, racionais, irracionais, reais.

1.2 Representar intervalos na reta real na forma da linguagem de desigualdades e colchetes.

1.3 Determinar a união e intersecção de intervalos reais.

Não havia preocupação em expressar as possíveis articulações desses conteúdos com o mundo científico-tecnológico ou social do aluno. Apenas o conteúdo matemático em sua pura aplicação abstrata era suficiente. É claro que tanto no planejamento curricular anterior quanto no atual o professor sempre teve a possibilidade do currículo em ação na sala de aula. O professor sempre pode, de acordo com as necessidades de sala de aula, estabelecer o que Sacristán (2000) chama de *currículo moldado pelo professor*, o qual permite uma ação

mediadora pelo professor como item de decisão entre o currículo estabelecido e os alunos. *O professor se torna um agente ativo no desenvolvimento curricular, um modelador dos conteúdos que se distribuem e dos códigos que estruturam esses conteúdos, condicionando, com isso, toda a gama de aprendizagens dos alunos.* (SACRISTÁN, 2000, p. 166). Porém, mesmo com essa possibilidade, pelo menos na instituição em que leciono, os avanços nas diferentes estratégias e aplicações do conhecimento matemático tinham dificuldades em acontecer. O professor em sala de aula, na maioria das vezes, limitava-se a trabalhar o conteúdo e buscar as aplicações constantes nos livros didáticos. Esse fato ocorria pela insegurança que ele sentia em aplicar novas formas de trabalho e pelo receio de acabar não cumprindo o número de aulas destinado a cada conteúdo, uma vez que no antigo currículo a prioridade era cumprir o número de aulas previsto no planejamento até o final do período letivo.

Entretanto, percebo que o planejamento curricular, que segue os pressupostos dos PCNEMs torna o currículo mais flexível e expressivo em nível de generalidade, capaz de abarcar propostas pedagógicas diversificadas, que não se prendam somente aos conteúdos a serem trabalhados, mas às competências a serem alcançadas por meio deles. Assim, ao estabelecer as habilidades e competências para o ensino da matemática, os PCNEMs pretendem contemplar a necessidade da sua adequação para o desenvolvimento e promoção dos alunos com diferentes motivações, interesses e capacidades, criando condições para sua inserção num mundo em mudanças, altamente tecnológico, contribuindo assim para desenvolver as capacidades que deles serão exigidas em sua vida social e profissional. Dessa forma, o aluno não deve apenas ter acesso à matemática como ciência, com suas peculiaridades e conceitos específicos, mas precisa apropriar-se dela também como linguagem, que as ciências naturais e sociais utilizam para descrever fenômenos diversos e aprofundar seu conhecimento sobre procedimentos matemáticos de enfrentamento e resolução de situações-problema.

É visto que, ao percorrermos as habilidades e competências estabelecidas para o ensino de matemática presentes no currículo da UTF-PR, percebemos a importância de seu papel formativo, pois ele contribui para o desenvolvimento de processos e pensamentos. A aquisição de atitudes cuja utilidade e alcance transcendem o âmbito da própria matemática podem formar no aluno a capacidade de resolver problemas, gerando hábitos de investigação, proporcionando confiança e desprendimento para analisar e enfrentar situações novas. Isso proporcionará a formação de uma visão ampla, crítica e reflexiva da realidade, para que o aluno, enquanto cidadão, possa ter sua participação na sociedade.

Todavia, para que o professor possa atingir os propósitos que se espera da formação matemática no Ensino Médio, é necessário que novas propostas possam ser formalizadas para o ensino-aprendizagem em sala de aula. O trabalho com os conteúdos em suas aplicações abstratas, precisa avançar. Não podemos nos deter somente no conteúdo a se trabalhar, precisamos verificar que competência ou habilidade precisamos formar a partir desse conteúdo, ou seja, em que ele se torna útil para a vida do aluno.

As competências, muito mais do que os conteúdos, exigirão oportunidades para que o aluno explicita sua forma de pensar, conscientize-se de suas decisões para que possa inferir, hesitar, tentar e errar, para depois, gradativamente, constituir-se como aquisição pessoal, como um repertório ao qual ele poderá recorrer sempre que desejar. Isso o auxiliará no enfrentamento de novas situações, ou para se articular com outras habilidades e compor competências mais complexas. Nesse sentido, será a forma de abordar os conteúdos que permitirão ou não o desenvolvimento das competências. Contudo, as possibilidades são muito diversificadas, principalmente porque o professor não precisa mais estar preso ao número de aulas que deverá dispensar a cada conteúdo. Ele poderá adaptar e readaptar os conteúdos conforme as necessidades e interesses dos alunos e do próprio processo ensino-aprendizagem.

Uma consideração importante que se encontra presente nos PCNEMs e é contemplada entre as competências do currículo de Matemática é a relação dessa ciência com o mundo científico-tecnológico, bem como sua ligação com a sociedade. *A matemática no Ensino Médio não possui apenas o caráter formativo ou instrumental, mas também deve ser vista como ciência.* (BRASIL, 1999a). E vista como ciência, como um conhecimento socialmente construído, é necessário que professor e aluno possam discutir como essa ciência influencia nas demais e como é influenciada. Essa necessidade encontra-se presente em todas as competências previstas para a Matemática.

No entanto, para que esse entendimento seja possível, é necessário que o aluno possa ler o mundo matematicamente, que saiba reconhecer e interpretar a simbologia matemática; que consiga interpretar dados numericamente, inferir resultados, argumentar; que entenda que a matemática foi construída socialmente em função das necessidades que as pessoas tinham e têm de equacionar seus problemas e fenômenos, que a matemática tem capacidade de interferir na realidade e de ser influenciada por outros conhecimentos.

Dessa maneira, podemos perceber que nos propósitos para o ensino da matemática estão presentes os pressupostos do enfoque CTS, traduzidos nas competências previstas para tal conhecimento, como também para a grande área da qual a matemática faz parte. Por meio das finalidades que o enfoque CTS propõe, é possível conseguir subsidiar os alunos quanto a

compreensão da matemática como ciência que tanto pode interpretar o real quanto intervir nele. Pode-se desenvolver nos alunos a capacidade de argumentar, de tomar suas decisões com base em dados numéricos, porém, consciente de que a matemática não poderá ser a verdade final, pois é difícil conseguirmos transpor matematicamente os fenômenos em todas as suas variáveis. Vários enxertos CTS podem ser inseridos entre os conteúdos matemáticos, uma vez que, como já frisei, o mais importante no planejamento são as competências que os alunos devem adquirir e muitas delas não precisam necessariamente de conteúdos numéricos, mas sim de outras formas de se trabalhar a matemática (textos, filmes, documentários etc).

Mais uma vez o enfoque CTS encontra respaldo não somente no texto dos PCNEMs, mas agora precisamente nas competências e habilidades das disciplinas que compõem o currículo do Ensino Médio, como é o caso da matemática na UTF-PR. Conforme propõe o enfoque CTS para o ambiente pedagógico, as competências e habilidades também exigirão mudanças em sala de aula. O professor deverá criar situações em que o aluno seja instigado ou desafiado a participar e questionar, dando oportunidade a atividades coletivas que propiciem a discussão e a elaboração conjunta de idéias e de práticas, nas quais os alunos sejam participantes ativos e sintam-se como cidadãos responsáveis em nossa sociedade. Essa prática poderá levar os alunos a compreender que a matemática é também uma linguagem, que pode estabelecer poder, influência, argumentação e interferência na vida científico-tecnológica e social. Isso pode ser trabalhado a partir de textos nos quais a matemática se faça presente, ou mesmo por intermédio de situações-problemas nas quais o aluno se veja envolvido e instigado a tomar uma decisão.

Foi possível verificar que a proposta de desenvolvimento curricular prevista para a disciplina de Matemática da UTF-PR³⁷ está em acordo com a estabelecida pelos PCNEMs, encontrando também relação com os pressupostos do enfoque CTS. Portanto, a partir daí, podem surgir inúmeras sugestões para inovação do ensino-aprendizagem com base em tal enfoque, não somente na matemática, mas em todos os outros conhecimentos presentes no Ensino Médio.

Todavia, antes de implantar qualquer mudança em sala de aula, torna-se necessário estarmos a par da realidade dos nossos docentes. É preciso verificar como estão entendendo a proposta estabelecida pela instituição na qual lecionam, estando ela em acordo com os

³⁷ Nesse capítulo foi apenas apresentado o quadro referente a proposta curricular para a disciplina de Matemática da 1ª série do Ensino Médio. Contudo, tal conteúdo de análise poderá se estender às demais séries do referido curso, uma vez que não existem mudanças significativas para as habilidades e competências prevista para a disciplina de Matemática, apenas os conteúdos se modificam.

PCNEMs? Os professores estão conseguindo efetivar tal proposta em sala de aula? Suas compreensões poderão culminar numa proposta que possibilite a implantação do enfoque CTS na disciplina de Matemática?

Nesse sentido, percebi ser importante investigar o entendimento que os docentes possuem sobre tal conhecimento, discutindo com eles sobre as dificuldades que têm tido para pôr em prática os objetivos propostos para o ensino-aprendizagem da matemática, estabelecidos nos PCNEMs, principalmente o que se refere ao relacionamento de tal disciplina com o contexto científico-tecnológico e social. Contudo, entendo que se queremos propor uma inovação na abordagem da matemática que venha a contribuir de forma significativa para o ensino-aprendizagem de tal conhecimento, precisamos levar em consideração o que o aluno pensa a respeito desse conhecimento. Por que a matemática parece inacessível para muitos alunos? Por que a compreensão de tal conhecimento parece estar além da dedicação dos alunos? Por que muitos alunos não se sentem motivados em aprender tal conhecimento? Que tipo de atividades desenvolveram durante sua estadia escolar até então? Tais questionamentos, inquietações, concepções e discussões serão abordados no capítulo a seguir.



Conversando com os envolvidos

“Para que as mudanças possam ser promovidas, torna-se necessário a participação de todos.”

Conforme comentários tecidos no capítulo anterior, o currículo proposto para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático da UTF-PR encontra-se em acordo com as disposições estabelecidas pelos PCNEMs e, por conseqüência da LDB, deixando várias entradas flexíveis para que novas propostas possam ser incorporadas. Sendo assim, torna-se interessante verificar junto aos docentes que trabalham ou trabalharam com a disciplina de Matemática no Ensino Médio da instituição, se eles têm conseguido se adequar à flexibilidade que o currículo oferece e, no caso de sua resposta ser afirmativa, como isso tem sido efetivado.

Entretanto, percebo que não basta somente o professor expor seus problemas, inquietações e dificuldades que encontra no processo ensino-aprendizagem de matemática. Considero ser também importante que o aluno possa ter oportunidade de colocar também como ele vê esse processo e o que espera do mesmo. Ambos, professor e aluno, participam do processo de discussão e investigação para construir juntos o conhecimento. Os interesses devem ser levados em conta, principalmente quanto à maneira que tais saberes serão desenvolvidos para que se chegue ao conhecimento desejado. Assim sendo, convidei os alunos que tivessem disponibilidade para me conceder uma entrevista, na qual pudessem me contar quais suas dificuldades em relação à aprendizagem de matemática; de que forma foi trabalhada a Matemática com que tiveram contato até hoje e se seriam necessárias mudanças nessa forma de trabalho.

Meu intuito após coletar e analisar os dados em questão, era de que eles pudessem contribuir para a proposição de novas alternativas para o ensino-aprendizagem, uma vez que minha intenção, com a pesquisa ora apresentada, era a de subsidiar as necessidades pedagógicas dos professores da instituição onde atuo. Meu objetivo prioritário, que penso ter cumprido, era, portanto, indicar um possível caminho que pudesse atender às expectativas docentes em relação às propostas educacionais que vêm sendo divulgadas no meio educacional e, na medida do possível, atender também às reivindicações dos alunos.

Dessa forma, passarei nas seguintes seções a descrever a conversa³⁸ que tive com os docentes e alunos.

³⁸ Pelo fato de que meu objetivo nesse trabalho não era o de analisar a linguagem dos participantes (docentes e discentes) mas sim de interpretar o conteúdo de suas falas, tomei a liberdade de transcrever tais relatos coletados através da entrevista em linguagem mais formal.

6.1 - Conversando com os docentes

Autores como Carvalho (1989), Imenes (1989), Ponte (1992), Fiorentini (1995), Thompson (1997) e Freitas (2001) têm conduzido estudos com o intuito de desvelar a relação que existe entre as concepções do professor a respeito do conhecimento matemático e sua prática pedagógica. Em sua maioria, os autores nos colocam que a forma como concebemos a matemática tem fortes implicações no modo como entendemos e praticamos o ensino desse conhecimento. Nesse sentido, nosso comportamento em sala de aula com nossos alunos sofrerá influências também de valores, das atribuições e objetivos que nós, enquanto docentes, concebemos acerca do conhecimento matemático, da relação professor-aluno e da nossa visão de sociedade. Essa idéia é reforçada por Thompson (1997, p. 14):

Se os padrões característicos do comportamento dos professores são realmente uma função de seus pontos de vista, crenças e preferências sobre o conteúdo e seu ensino, então qualquer esforço para melhorar a qualidade do ensino de matemática deve começar por uma compreensão das concepções sustentadas pelos professores e pelo modo como estas estão relacionadas com sua prática pedagógica.

Reconhecendo a importância da idéia colocada pelo autor acima, iniciei minha conversa com os docentes, perguntando sobre a percepção que tinham sobre o conhecimento matemático. Seus comentários foram os seguintes:

Uma ciência presente em todas as áreas do conhecimento. (P-1)³⁹.

É uma disciplina, uma ciência fundamental uma ferramenta que deve ser, e é usada em outras disciplinas como: Física, Química, Geografia, História. É uma disciplina básica. Sem a Matemática, eu acredito que muito daquilo que nós temos de tecnologia, não teríamos. (P-2).

Ciência exata e indispensável para as demais disciplinas. Ainda mais agora, que eu saí para pós-graduação, pude verificar que muitas áreas não sobrevivem sem a matemática. Eu tenho mais apoio até para o questionamento dos alunos, que perguntam:” Mas por que a gente estuda isso, onde usa?” Eles perguntam muito e chega num ponto que não se consegue distinguir os conhecimentos. Agora eu já tenho mais subsídios para dar conta disso. (P-3).

É uma ciência que serve de base para todas as outras áreas exatas. (P-4).

Na minha concepção ela é uma ciência que se relaciona com todas as outras, inclusive com as sociais, naturais, nas quais contribuí significativamente. (P-5).

³⁹ A primeira letra indica professor e o número indica a ordem em que os professores foram entrevistados.

Para poder analisar as concepções dos professores, recorri às classificações já estabelecidas nos estudos de Carvalho (1989) e de Thompson (1997), sendo que ambos dispõem as concepções dos docentes em três categorias: a) as que entendem que a matemática está presente em todas as atividades humanas e ressaltam seu utilitarismo; b) as que definem a matemática como algo prazeroso; c) as que descrevem a matemática como uma ciência que desenvolve o raciocínio.

Nas falas dos docentes foi possível verificar que a concepção de matemática que abarca seus pensamentos é a primeira categoria estabelecida pelos autores já citados. Apesar de os docentes considerarem a matemática como ciência, eles ainda tendem a justificá-la pela sua utilidade, concebida como ferramenta, instrumento que auxilia as demais ciências. Em momento algum os docentes colocam a matemática como conhecimento que foi construído pelo homem, que sofreu e continua sofrendo interferências externas, que se modifica, que não é neutro e que pode falhar.

Na seqüência, perguntei aos docentes se eles poderiam estabelecer alguma relação entre ciência, tecnologia, matemática e sociedade. As relações estabelecidas por eles foram:

A relação é que sem a matemática, sem a ciência matemática, dificilmente se desenvolveria muita coisa atualmente. A sociedade hoje vive em função da tecnologia. Eu vejo por mim, eu não viveria mais sem o computador, sem uma TV, um DVD. A gente não consegue “sobreviver” sem a tecnologia. Eu sinto que a sociedade não vive mais sem tecnologia e a tecnologia não viveria sem a matemática. Matemática é uma ciência. Tudo está interligado, entrelaçado, quase que é difícil separar: isso é ciência, isso é matemática e isso é a sociedade utilizando todos esses conhecimentos. (P-1).

Ainda existe muita coisa a ser descoberta dentro da matemática. Às vezes a tecnologia não está mais avançada por falta do complemento da matemática. Eu acredito que, com o passar do tempo, a coisa vai ficando cada vez mais fácil de ser resolvida. Se parar a matemática, vai parar muita coisa também. (P-2).

A correlação é forte e positiva, se não é igual a 1 é 0,99. Uma acaba dependendo da outra. Se você vai trabalhar em ciências sociais, é indispensável você saber matemática, estatística. Você precisa fazer pesquisa. Junto a isso vem a tecnologia de que a gente dispõe hoje, calculadoras, sistemas de informação e, agregando tudo, a ciência que envolve tudo isso. A matemática é uma ciência que colabora com a tecnologia e a sociedade. (P-3).

Estão interligadas porque uma influencia a outra. Não haveria ciência matemática mais desenvolvida, se não fosse pelo avanço da tecnologia. E a tecnologia também provém dos avanços da matemática. (P-4).

Acredito que sem a matemática as ciências e a tecnologia não estariam em tamanho estágio de desenvolvimento. O computador, por exemplo, é a união de tudo, ciência, tecnologia, sociedade e matemática. Acho que a matemática é de suma importância em todo esse contexto. (P-5).

É interessante verificar que, na maioria das vezes, a relação que se estabelece entre ciência, tecnologia, matemática e sociedade é positiva, em todos os sentidos. Sempre uma está para ajudar as outras, e todas as três estão para auxiliar a sociedade. Nesse sentido, D'Ambrósio (1994), citado por Skovsmose (2004, p. 31), argumenta que:

Nos últimos cem anos temos presenciado enormes avanços no conhecimento da natureza e no desenvolvimento de novas tecnologias[...]. Apesar disso, este mesmo século tem nos mostrado um comportamento humano abominável. Meios de destruição em massa nunca vistos, insegurança, novas doenças terríveis, fome injustificável, abuso de drogas e decadência moral são equiparados somente por uma destruição irreversível do meio ambiente. [...]. A maioria dos meios para alcançar essas maravilhas e, também, esses horrores da ciência e da tecnologia tem a ver com os avanços na Matemática.

Reconheço a pertinência da fala de D' Ambrosio (1994), no sentido de que dificilmente faz-se algum tipo de análise negativa em função da contribuição que a matemática, ao auxiliar a tecnologia na produção de artefatos e *mentefatos*, pode trazer para a sociedade. Acredito que essa posição venha da própria concepção que se tem da ciência e, conseqüentemente, da matemática. Foi possível verificar essa questão quando os docentes responderam o que eles entendiam por matemática. Alguns afirmaram que a concebem como ciência, outros porém, ficaram entre disciplina, ferramenta e instrumento. Contudo, todas as respostas corroboram com o modelo linear de desenvolvimento, já citado no segundo capítulo: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar. (CEREZO et al , 2003). Se compararmos as respostas dos docentes com esse modelo, segundo o qual a matemática está para auxiliar a tecnologia e promover o bem estar das pessoas, podemos dizer que eles concebem de alguma forma a matemática como ciência.

Quando concebemos a matemática como ciência e percebemos que, dessa forma, ela está para auxiliar o progresso científico-tecnológico, é possível entender que, de acordo com modelo linear de desenvolvimento, a matemática também estaria contribuindo para o bem-estar da humanidade. Acompanhando essa ordem dos fatos, temos a seguir a concepção herdada de ciência, também já citada no segundo capítulo, na qual se pressupõe que a ciência é o conhecimento que revela a realidade; a ciência é objetiva e neutra; não há interesses ou fatores subjetivos em seus conteúdos. (GORDILLO, 2001). Esse tipo de concepção ainda está presente em nossa sociedade. É possível verificá-la até mesmo entre nossos docentes, quando

a eles pergunto se a matemática é neutra, constituída de verdades prontas e acabadas, ou seja, um saber que sempre fornece respostas exatas aos nossos problemas e obtenho as respostas indicadas a seguir.

Normalmente sim, por isso ela é chamada de ciência exata. Porém, existem alguns casos em que até o momento não houve solução, como por exemplo, em determinadas equações. Mas eu acho que na maioria dos problemas, ela é sempre exata. (P-2).

Eu procurei reformular a pergunta, porém a afirmação permaneceu a mesma: as verdades da matemática são absolutas, não há como mudar?

Do jeito que as coisas estão progredindo, pode ser que aconteça alguma coisa em contrário. No momento, acredito que não há. Com o tempo alguns teoremas, postulados foram contestados. Mas eu acredito que não. Porque, como nós comentamos agora que ela é uma ciência exata, é difícil de ser transformada. (P-2).

Todavia, alguns docentes já percebem que a matemática, enquanto ciência, pode falhar, não sendo sempre absoluta. Mas alguns confessam que não pensavam assim algum tempo atrás. Foi somente a partir de leituras, que começaram a fazer em cursos de pós-graduação, que começaram a ter uma percepção diferente do que a matemática representa.

Tem muita coisa na matemática que dá para você enganar as pessoas, por exemplo, com logaritmo. Você prova que dois é maior do que 3. São regrinhas que a maioria das pessoas não conhecem e você consegue enganá-las. Dá para fazer uma “mutreta” e enganar muita gente. Ela não é uma coisa acabada, tem muito a se descobrir, o que levará a mais conhecimento e tecnologia. [...] Eu acho que você pode influenciar dentro da matemática e a matemática pode ser influenciada pela sociedade. Na verdade, todos os conhecimentos matemáticos foram influenciados pelo meio e nada foi descoberto à toa. Quanto mais a sociedade precisar, mais a matemática vai evoluir. Melhorando, refazendo, pesquisando para nosso conhecimento. (P-1)

Na minha graduação eu sempre quis fazer a matemática pura, porém desisti. Fui para uma outra área, que é aplicada, e nela eu tenho condições de ver que a matemática não é exata. Eu não posso considerá-la simplesmente exata e acabou. O que menos se trabalha hoje em dia é com a exatidão, porque sempre eu trabalho com valores aproximados, usando a estatística para confirmar. A gente brinca que 1 é diferente de 2 na matemática pura, mas na aplicada pode ser igual. Então ela não é exata e nem foi construída de forma exata. A história veio, em alguns casos, por acaso. [...] Ela sempre influencia na realidade. Até pelos meios de comunicação que temos hoje, as informações “on line”, sabemos de outros continentes e nos preocupamos com coisas de outros lugares, que na verdade, são números que vêm de lá para cá e causam preocupação. Basta mostrarem uma tabela com resultados, porcentagens, preços. A estatística é um exemplo claro de que a matemática pode ser manipulada. Nas eleições, sabemos que os resultados podem ser

manipulados. Posso apresentar o resultado que eu quiser, apresento uma estatística para provar aquilo e acabou. Se a pessoa não for coerente, não for correta, pode influenciar os resultados. (P-3)

A matemática tem muitos cálculos aproximados. Na álgebra, por exemplo, os programas que usam a matemática não dão respostas exatas. Ela é mais precisa que exata. Tem muita coisa para descobrir nessa área. O campo dela é infinito, sempre pode ser aperfeiçoado. [...] Ela exerce influência e também é influenciada. O que acontece na sociedade é que a matemática pode tentar resolver o problema. Ela não permite a manipulação dos dados, mas a pessoa pode manipulá-los. Eu posso usá-la como instrumento que prejudica as pessoas. Depende de quem a utiliza. (P-4)

Dessa forma, pude perceber que os docentes já começam a se encaminhar contra a ideologia da certeza matemática que, conforme colocada no terceiro capítulo, concebe a matemática *como uma ciência onipresente (contexto neutro), onisciente (a verdade final) e onipotente (funciona em todo lugar)*. (BORBA; SKOVSMOSE, 2001, p. 143).

De acordo com os PCNEMs (1999), a Matemática faz parte da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, a qual incentiva um trabalho no qual se considere que os conhecimentos são construções humanas. Para tanto, enfatiza a relação do conhecimento científico-tecnológico com a vida social, produtiva, com as questões ambientais relativas à qualidade de vida e saúde, bem como questões éticas relacionadas às ciências. Para a disciplina de Matemática, determina-se que ela não fique vinculada a um contexto abstrato de aplicações, mas que seja expandida, transferida a outros contextos. Nesse sentido, pretende-se nos PCNEMs que a Matemática seja abordada de forma a promover o desenvolvimento e a aquisição de competências e habilidades necessárias para que o aluno, como cidadão, venha integrar-se à sociedade, modificando e melhorando a realidade social.

Mas, será que nossos docentes estão conseguindo efetivar a proposta estabelecida pelos PCNEMs em sala de aula? Será que a concepção que eles possuem de conhecimento matemático exerce alguma influência nessa efetivação?

Na verdade, a gente às vezes faz malabarismo para vencer o conteúdo. Eu consigo fazer algumas coisas, inseri-los na parte social, produtiva, quando eu trago exemplos de como é utilizado aquele conhecimento na vida, problemas que aconteceram fora, trago para sala. É uma forma, mas não é o ideal. Eu acho que o nosso currículo é pouco flexível e tem muita coisa que não dá para você tirar, porque você também não pode pensar que o estudo do aluno acaba ali. Você tem que pensar que o aluno vai continuar os estudos, então têm certas coisas que não pode tirar daquele conteúdo, e às vezes não tem como ligar aquilo com a vida lá fora, com a vida social dele. Essa parte fica de lado na matemática, porque às vezes há algumas coisas que realmente eu desconheço como aplicar na vida cotidiana do aluno. Existem coisas que eu não entendo, estão distantes e não tenho tempo para estudar outras disciplinas para aplicar em sala de aula. Eu ensino o que sei.

Uso física, quando trabalho com função, com movimento retilíneo uniforme. Eu não tenho como saber tudo. Até consigo trazer alguns problemas para os alunos trabalharem. Eu sei que faltam algumas coisas, mas o que posso fazer de momento é isso. Tem certas coisas que precisam ser trabalhadas no método tradicional mesmo. Sem contar que, na formação, não tivemos nada disso. Eu gostaria que fosse melhor explanado para nós essa questão dos currículos, não como uma receita de bolo, mas que nos apresentassem idéias: tal assunto pode ser trabalhado assim! (P-1)

O que fazemos em sala de aula é aplicar a matemática em outras disciplinas, é a aplicação da matemática em exercícios que envolvem química, física, geografia o que chamam de interdisciplinaridade. Eu acho que os PCNs são uma verdade e tem que acontecer o que está proposto. Eu aplico em problemas de acordo com o conteúdo. Em qualquer disciplina você tem a aplicação da matemática. (P-2)

Eu acho que uma parte da matemática que consegue dar conta das questões mais práticas. Vejo isso na estatística. Ela é muito completa, envolve o lado social, científico, tecnológico, com ela dá para trabalhar. O complicado é que ela é muito ampla. No Ensino Médio, trabalhamos com ela em certo nível, o que não dá condições de agregar a ela outros conhecimentos trabalhados paralelamente. Quando se pega uma graduação, há condições de mostrar a estatística como ferramenta matemática, desse ponto de vista é possível envolver. Eu não duvido que não dá para trabalhar de uma forma diferenciada no Ensino Médio, mas demanda muita experiência na área que a pessoa está trabalhando. É complicado, mas acredito que é possível. Mas como fazer hoje eu não saberia dizer. Eu nunca tentei. As aplicações possíveis de se fazer são com probleminhas que eu vi na minha pós, por exemplo, na topografia. Só com a vivência é que vamos construindo as aplicações. Isso demanda tempo, experiência. A gente vê que tudo é aplicável, mas às vezes é complicado para o aluno. (P-3)

A gente até consegue trazer alguma coisa diferente para sala de aula, mais depende sempre do conteúdo, nem tudo se adapta à parte prática. Geometria é bom. Através de problemas reais, é possível mostrar a aplicação, mas na maioria das vezes é preciso dar a teoria, bastante exercício, aplicar direto, se não os alunos se perdem. (P-4)

Eu procuro sempre trazer da teoria as aplicações daquele conteúdo, através de situações problemas. Busco em vários livros e sites sobre educação alguns exercícios mais concretos. Porém, mais do que isso não consigo trazer, pois falta tempo para tudo. (P-5)

Percebo que em nenhum momento os docentes colocam como forma de prática em sala de aula as concepções que possuem sobre a relação do conhecimento matemático com a ciência, a tecnologia e a sociedade. Também não explicitam como estão conseguindo efetivar a proposta estabelecida pelos PCNEMs. De forma geral, entendo que eles procuram trazer algumas aplicações práticas para a realidade dos alunos, por meio de problemas que estejam presentes no dia-a-dia. Porém, confessam que muitas vezes não possuem formação para isso e, dessa forma, sentem-se apreensivos em navegar por áreas desconhecidas. Nesse sentido,

Lellis e Imenes (2001) complementam que os docentes não têm tempo e condições materiais para estudarem e discutirem sobre as reformas ocorridas, o que se torna um grande obstáculo para a aplicação das idéias propostas nos PCNEMs. Comentam também, que os cursos de licenciatura ainda dão pouca atenção aos aspectos culturais da matemática, o que influencia decisivamente no alcance dos objetivos propostos pelos PCNEMs. Lellis e Imenes (2001, p. 47) ressaltam, ainda, que:

Devido a tais limitações, os professores têm dificuldades em tomar decisões relativas a programação e conteúdos, em transformar sua prática, em assumir uma autonomia necessária dentro de uma proposta que é justamente voltada para a autonomia.

Diniz e Smole (2002, p. 42) dão suporte a essa afirmação comentando que os docentes devem ser formados para ensinar o aluno real, que está em nossas escolas reais, especialmente nas escolas públicas, e que a formação atual é inadequada para que esse ensino se efetive em aprendizagem significativa e transformadora de nossa sociedade. Assim, com receio de ir por caminhos errôneos, nossos docentes comentam que sentem necessidade de uma atualização profissional que possa complementar sua prática, uma vez que não tiveram uma formação que contemplasse um trabalho voltado para aplicações reais e contextualizadas da matemática. Nesse sentido, Varizo (1995, p. 138) afirma:

O professor não consegue fazer a reelaboração da teoria com a prática, por não ter os conhecimentos teóricos necessários devido a sua formação, que oferece um ensino tradicional da matemática e não abarca conteúdos das áreas sócio-cultural e histórica, tanto do conhecimento matemático quanto de nossa sociedade.

Por conseguinte, logo a formação continuada é uma necessidade intrínseca à atuação do professor e, por isso, um direito que precisa ser respeitado, reconquistado e ampliado. Nessa formação seria necessário oferecer aos docentes cursos e outras modalidades de formação que impliquem uma mudança de atitudes e que conduzam a uma nova cultura profissional, totalmente distinta da que tem sido proporcionada atualmente aos professores, na qual a formação não se constitua num sofisticado pacote de ofertas gerais, mas seja centrada nas necessidades democráticas dos professores e das escolas. Seria necessário *propor novas metodologias e colocar os profissionais informados quanto às discussões teóricas atuais, com a intenção de contribuir para as mudanças que se fazem necessárias para melhoria da ação pedagógica na escola.* (MOREIRA, 2002, p. 55)

Além das dificuldades que os docentes têm, advindas de sua formação profissional, eles citam também questões de ordem estrutural que podem atrapalhar sua ação pedagógica, na medida em que desejam implantar novas estratégias em seu trabalho.

Uma das dificuldades que sinto quando quero desenvolver uma atividade diferente é o “preparar para o vestibular”, isso acaba incomodando. Eu acho que ele é necessário, porém, não da forma como é estabelecido. Se você quer trabalhar alguma coisa diferente, os alunos perguntam: “cai no vestibular?” Se você diz que não, os alunos às vezes não colaboram, dependendo da turma. São muito acomodados e, de repente, nem querem saber o porquê da aplicação daquele conteúdo, pois o Ensino Médio infelizmente ainda gira em torno do vestibular. Então, se eu quiser trabalhar diferente, tenho que deixar de dar algum conteúdo, mas depois vão me cobrar, dizer que o professor fulano não trabalhou isso e cai no vestibular. (P-1)

O programa que é proposto para o vestibular amarra, porque no Ensino Médio, principalmente no 3^o. ano, os alunos estão voltados para o vestibular, eles não querem saber de outras coisas. Primeira pergunta: cai no vestibular? Não. Eles nem se interessam por aquilo. A gente às vezes corre muito com o conteúdo, porque depois nós somos cobrados: “Então o conteúdo não foi trabalhado e caiu no vestibular!” Para você trabalhar diferente é complicado. O currículo, a disciplina tem que mudar. O vestibular tem que mudar. Se o vestibular for vocacionado fica pior, porque se o aluno quer fazer Direito, então não cai matemática, e ele não se interessa mais pela disciplina. Não há muita opção de melhora. (P-2)

O vestibular é complicado mesmo e uma coisa está amarrada à outra. Eu não consigo entender como um professor vai conseguir desenvolver um trabalho diferenciado sem ter a base sólida. Eu sempre defendi que a gente tem que ter a teoria bem formulada para depois partir para as aplicações. Acredito que é possível das aplicações consolidar a prática, um depende do outro. Mas o tempo, currículo, vestibular amarram bastante. Sempre estamos apertados com planejamento. É complicado. (P-3)

No Ensino Médio, é complicado. Se você for trabalhar mais com aplicações, não visando ao vestibular, é um caminho diferente. Se for para o vestibular, tem que trabalhar de outra forma. Eu acho que os cursinhos são específicos para isso, seria interessante que a gente trabalhasse com mais aplicações e, se os alunos quiserem o vestibular, eles que vão procurar cursos que os preparem para isso, porque essa não seria a nossa função. (P-4)

Sempre somos cobrados em relação ao conteúdo que está em nosso planejamento, pois por mais que não queiramos admitir os alunos do Ensino Médio têm um único interesse: passar no vestibular. E se você quer inserir coisas diferentes, eles questionam: “Cai no vestibular?”. “Ah, então por que trabalhar?” Além disso, tem agora o PSS, o ENEM. Tudo isso amarra de todos os lados. (P-5)

Se analisarmos tanto a LDB quanto os PCNEMs, ambos colocam que o Ensino Médio [...] *tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.* (BRASIL, 1999a, p. 57). Percebe-se que nem os PCNEMs, tampouco a LDB, esclarecem para que tipo de progressão estudantil os alunos deverão ser subsidiados. Não há compromisso em se preparar os alunos para um mercado de trabalho específico e nem para o Ensino Superior. No entanto, no caminho histórico do Ensino Médio, essa modalidade de ensino sempre foi vista por aqueles que a freqüentam como uma preparação para o vestibular, ou seja, um degrau para o Ensino Superior. Essas colocações foram confirmadas em recente pesquisa desenvolvida em treze capitais brasileiras pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), no Brasil, em parceria com o Ministério da Educação (MEC), e divulgada em abril de 2003. Tal pesquisa foi coordenada por Abramovay e Castro (2003), sendo considerada a maior já realizada sobre o assunto na América Latina. Os dados coletados foram divulgados na obra “Ensino Médio: múltiplas vozes”.

Nessa obra, os autores nos colocam que, para os professores do Ensino Médio um dos principais objetivos dessa modalidade de ensino é *preparar para o curso superior (vestibular)*, enquanto que para mais da metade dos alunos esse é o principal objetivo do Ensino Médio. Isso ocorreu tanto em escolas públicas como em escolas privadas. Podemos verificar esse fato em algumas falas de professores que participaram da referida pesquisa:

O Ensino Médio é voltado, por exemplo, aqui na escola, para o vestibular. E nós temos este compromisso, essa preocupação de cumprir o programa por causa do vestibular. (Grupo focal com professores, escola privada, Belo Horizonte. In: ABRAMOVAY e CASTRO, 2003, p. 173-175).

A gente só prepara para o vestibular mesmo. Porque se a gente se voltar para outras coisas, não dá tempo. (Grupo focal com professores, escola pública, noturno, Maceió. In: ABRAMOVAY e CASTRO, 2003, p. 173-175).

Essa posição é confirmada também pelos alunos:

Eu acho que o Ensino Médio é o grande preparador para o vestibular. A maioria das matérias que tu tens é o que cai nas provas do vestibular. (Grupo focal de alunos, escola privada, diurno, Porto Alegre. In: ABRAMOVAY e CASTRO, 2003, p. 173-175).

Uma escola boa é aquela que tenta fazer o possível e o impossível para que a gente possa alcançar um patamar, uma boa faculdade. (Grupo focal de

alunos, escola pública, diurno, Maceió. In: ABRAMOVAY e CASTRO, 2003, p. 173-175).

Abramovay e Castro (2003) apresentam também comentários de alunos e professores que, apesar de estarem percebendo esse direcionamento para o Ensino Médio, criticam tal atitude.

Eu acho que mesmo se preocupando com o vestibular, tem que ter tempo para outras coisas. Coisas mais ligadas ao dia-a-dia, à sociedade mesmo, aos nossos direitos. Hoje, tem muita gente que não sabe se defender. Não sabe o que é uma lei do consumidor. Comprou, está estragado, devolve. Eu acho que tem que ter tempo para ensinar essas coisas. (Grupo focal de alunos, escola privada, diurno, São Paulo. In: ABRAMOVAY e CASTRO, 2003, p. 172-174).

A finalidade do Ensino Médio é vestibular. E essa realidade serve para massacrar a gente. Não para educar. Todos nós sabemos que trabalhamos o conteúdo porque o vestibular exige. E que poderíamos trabalhar isso de uma forma diferente, para que ele pudesse ser assimilado. Mas, nós estamos fazendo por causa do vestibular. (Grupo focal de professores, escola pública, noturno, Maceió. In: ABRAMOVAY e CASTRO, 2003, p. 172-174).

As posições dos docentes (tanto em nível de Brasil como de nossa instituição) e a literatura existente sobre o assunto confirmam um dos grandes problemas que enfrentamos na educação brasileira – o acesso ao Ensino Superior. Os docentes que me concederam a entrevista consideram que a forma de seleção teria que ser repensada urgentemente, pois prejudica tanto o aluno quanto o professor, em seu trabalho: ambos se sentem amarrados no momento de decidir por uma prática pedagógica que não contemple as formas de conteúdos exigidos no vestibular. Eles comentam que o interesse do aluno é saber ler um problema, interpretar e aplicar a fórmula. Dificilmente importa para ele qual foi a necessidade humana que fez com que aquele conhecimento fosse necessário, como foi construído e para que serve em nossa sociedade.

Contudo, apesar das dificuldades que enfrentam, os docentes que entrevistei acreditam que ainda é possível desenvolver um trabalho diferenciado em sala de aula, que possa culminar num grande projeto entre as áreas. Em contrapartida, confessam que têm receio de começar. Preferem ver um trabalho desses pronto, que tenha apresentado bons resultados, para depois poderem realizar a experiência em suas salas de aula.

O ideal seria trabalhar em projeto e de forma interdisciplinar. Eu me sinto pouco à vontade de falar de outros conhecimentos, porque posso estar

falando errado. E, de repente, o aluno aprende em outra disciplina diferente e diz que a professora de Matemática disse que era assim. É uma situação complicada. Seria bom poder desenvolver um projeto relacionando os conhecimentos, porque a gente não consegue ser polivalente. Seria interessante ter contato com um trabalho que tenha desenvolvido uma forma de abordar a matemática diferente. (P-1).

Seria ótimo poder trabalhar num grande projeto. Não é fácil, mas acredito que teria grandes possibilidades, mas isso depende do corpo docente, que terá que ter uma disponibilidade muito grande. Já se tentou fazer, mas ninguém está disposto. Deveria ser assim. Os alunos perguntam para que eu vou usar. A idéia seria trabalhar sempre assim. Depende dos teus professores. O governo tem que ajudar, incentivar esse tipo de trabalho. Seria bom ver alguém que tivesse desenvolvido um trabalho desses, para saber se deu certo. (P-2).

Eu acho que é possível trabalhar de forma interdisciplinar em projetos. Agora, acho que a coisa só funciona se houver interesse de ambas as partes. O professor tem que estar interessado e o aluno estar à altura para as coisas acontecerem. Quando uma das partes falha, já não funciona. O professor pode propor o trabalho mais maravilhoso, que o trabalho não funciona. E hoje em dia nós sabemos que isso é complicado, os alunos não têm interesse. Não sei se é porque a forma que a gente trabalha gera isso. Percebemos que os alunos só querem resolver o exercício, fazer a prova e passar de ano, e acabou. Mas um trabalho desse é uma pesquisa e pode ser feito. Valeria a pena tentar! Até verificar se existe alguém que desenvolva esse tipo de trabalho para termos um respaldo. (P-3).

Eu acho que sim. Poderíamos trabalhar em projetos e de forma interdisciplinar. Na minha dissertação, eu fiz um trabalho usando Engenharia, Odontologia e Matemática. Tem que haver interesse dos professores. Mas é possível. (P-4).

Nada é impossível. O problema é a disponibilidade dos docentes. Eu já tentei até propor algumas formas para trabalhar a matemática com outras disciplinas, mas ninguém topa nada. Ninguém tem tempo. Eu sempre estou disposto, se alguém quiser trabalhar comigo, podemos estudar as propostas. (P-5).

Apesar de a LDB estar vigente há quase nove anos e os PCNEMs há quase sete anos, percebe-se que os professores ainda se sentem pouco seguros em mergulhar nas propostas e que ainda existem para eles obstáculos que os impedem de implantar novas formas de ensino-aprendizagem em sala de aula. Por isso é que nossos docentes sentem a necessidade de uma formação continuada que lhes permita discutir sobre essas reformas e sobre como elas podem ser implantadas no cotidiano escolar. Moreira (2002, p. 74) expressa a necessidade de *melhorar o exercício da docência, principalmente com salários dignos e tempo necessário para a autoformação e participação, enquanto sujeito histórico, em diferentes práticas de formação continuada*. O autor complementa ainda expressando que:

A necessidade de aproveitar as brechas institucionais, especialmente a valorização do magistério, consagrada nos artigos 61 a 67, da LDB, de 1996, para efetivar, dentre outras conquistas, o direito à participação na elaboração da proposta educacional das escolas, bem como o direito às práticas de formação continuada, voltadas para a profissionalização do professor. (MOREIRA, 2002, p. 74).

Os docentes que entrevistei não reprovam as propostas da LDB e dos PCNEMs, pelo contrário, acreditam que o ensino deveria ser voltado para tais ideais. Comentam que vêm nas competências e habilidades traçadas para o ensino da matemática uma grande abertura para a inserção de novas práticas em sala de aula. Isso para eles foi considerado como uma evolução, frente ao currículo anterior, o qual era estritamente voltado para os conteúdos e número de aulas. O problema é que ainda não sabem como promover tais mudanças a fim de chegar a uma prática pedagógica que venha atender à proposta vigente, uma vez que sentem alguns empecilhos no momento de inovar o ensino-aprendizagem, entre eles uma formação profissional ainda precária, o vestibular e o desinteresse dos alunos.

Nesse sentido, entendo que as leis vindas do governo e a própria estrutura da instituição na qual os docentes trabalham podem interferir na prática docente, limitando ou ampliando suas possibilidades. Reconheço que vários problemas existem em nossas instituições escolares e que, muitas vezes, eles acabam por impedir o docente de desenvolver um trabalho diferenciado em sala de aula. Várias colocações foram feitas por nossos docentes em relação a esses problemas e outras tantas são encontradas em nossa literatura, tais como: o vestibular, desinteresse dos alunos, falta de recursos financeiros, falta de tempo do professor que tem que ministrar aulas em várias instituições, falta de apoio da instituição e mesmo dos órgãos governamentais. Porém, percebo que um dos problemas que têm sido mais agravante na instituição em que leciono ainda é o relacionado à formação do professor. Não é o objetivo principal de meu trabalho aprofundar tal temática, contudo percebo que ela se mostra como uma variável que deve ser considerada.

Verifico que a formação do professor, tanto a inicial quanto a continuada, vem sendo nas últimas décadas o foco de vários trabalhos desenvolvidos na área de Matemática, como os de Faria (1996), Fiorentini et al. (1998, 2003), García (1999), Cury et al. (2001), GTI (2002), Ponte et al. (2002), Curi (2004), entre outros. Algumas dessas obras discutem os problemas existentes na formação inicial do professor (Lellis e Imenes, 2001; Diniz e Smole, 2002), focando, especificamente, o professor de Matemática. Tais trabalhos enfatizam que, apesar de a LDB estabelecer um novo currículo para as licenciaturas, o processo ainda é muito lento nas universidades, em sala de aula, uma vez que os professores formados por tais

programas ainda têm dificuldades em compreender as atuais propostas e aplicá-las. Outros autores (Fiorentini et al. 1998, 2003; Ponte et al. 2002; Cury, 2004;) já voltam suas preocupações para formação continuada e para o professor enquanto pesquisador de sua própria prática, trazendo para a discussão a necessidade de efetivar as propostas para a formação do professor em serviço a fim de que ele possa investigar sua prática e colaborar com o avanço do ensino-aprendizagem da matemática.

Conforme comenta Garcia (1999), o desenvolvimento do professor é um processo contínuo: começa com a formação inicial, que supõe uma aprendizagem interativa, acumulativa, e prolonga-se por toda sua vida profissional. Segundo o autor, a importância dada à formação contínua decorre da necessidade de suprir as deficiências da formação inicial do professor; atender à carência que o professor tem de estar em constante conhecimento, sempre visando melhorar a sua maneira de ensinar; promover as mudanças que se fazem necessárias no processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, ao participar da formação contínua, o professor poderá desenvolver uma dinâmica que lhe possibilite adaptar-se ou até estar à frente das mudanças impostas pela evolução social e da comunidade em que a escola está inserida, de forma a impulsionar a implementação de inovações.

Por meio das entrevistas, percebi que na instituição na qual leciono existem professores que acreditam que bons trabalhos podem ser desenvolvidos com os alunos e que estão dispostos a trabalhar, uma vez que a instituição oferece recursos materiais e pedagógicos para que tais mudanças aconteçam. Outro detalhe interessante que verifiquei foi o fato de todos os docentes entrevistados possuírem cursos de pós-graduação em nível de especialização, mestrado ou doutorado. Todavia, o conteúdo presente em tais cursos parece não ter sido suficiente para despertar, nos docentes, novas formas de ver e de compreender o ensino-aprendizagem da matemática, ou por não estarem voltados para a área educacional ou por estarem direcionados a uma matemática mais abstrata. O que clamam realmente esses docentes é por uma formação voltada para a compreensão e formas de aplicação em sala de aula da proposta contida na LDB e, por consequência nos PCNEMs. Conforme afirmaram, *precisamos ter respaldo em alguma experiência que deu certo. Precisamos que alguém nos mostre como é possível aplicar os pressupostos do PCNEMs em sala de aula.* Tal afirmação denota que, embora muitas instituições de ensino venham dando aos docentes a oportunidade de participar de cursos de pós-graduação, parece que ainda falta a esses cursos um complemento que possa possibilitar aos professores uma formação que os leve a efetivar propostas condizentes à proposta educacional vigente.

6.2- Conversando com os alunos

Em minha experiência enquanto discente da disciplina de Matemática, percebi que ela, das Séries Iniciais ao Ensino Superior, sempre foi ensinada sem que existisse, em grande parte das vezes, um contato entre o conhecimento da escola e a vida dos alunos. Dessa forma, imersos num discurso matemático simbólico, professores e alunos agiam sem uma clara percepção do significado de suas ações. Os alunos eram convidados pelo professor a pensar e a raciocinar de um certo modo, mas não a refletir sobre as origens desse pensar. O professor sempre se referia a quantidades, grandezas, números, enfatizando a necessidade de demonstrações e a importância da matemática no desenvolvimento do raciocínio e na vida cotidiana. Mas que tipo de raciocínio pode ser desenvolvido se o professor tem dificuldades em estabelecer uma relação entre a matemática e o contexto no qual ambos estão inseridos? Pela forma com que vem sendo trabalhada a matemática, ela torna-se uma estranha ao mundo do aluno, e assim, dificilmente eles conseguem encontrar algum sentido no conhecimento matemático que seja possível relacionar com seu cotidiano.

Ao contrário disso, penso que a matemática deve ser vivida num ambiente em que ela se evidencie como parte integrante da cultura humana. Isto significa basear a aprendizagem escolar da Matemática nas atividades e experiências partilhadas entre professores e alunos, em que os diferentes assuntos são abertos à discussão e à investigação, estando ao alcance de todos.

Por essa razão, mesmo acreditando que ao introduzir em sala de aula atividades voltadas para o enfoque CTS por meio da Educação Matemática Crítica é possível proporcionar um ensino-aprendizagem investigativo, contextualizado e partilhado com os alunos, percebi ser necessário sondar junto aos estudantes suas considerações relativas à Matemática.

6.2.1- As revelações

Por meio dos dados coletados, percebi que na escola, para muitos alunos, a Matemática é complicada, incompreensível, distante, sem relação com a vida. Um amontoado de fórmulas e exercícios que eles fazem sem saber, apenas decoram a fórmula, não sabem por que, nem para que. Mas, apesar de tudo, ainda consideram que a matemática é muito importante: *Eu acho que a matemática é uma disciplina importante para nossa vida, pois está presente em tudo.*(MV)⁴⁰. Porém, a importância que lhe é atribuída é mais de fora para dentro

⁴⁰ A sigla representa as iniciais do nome dos alunos.

do que de dentro para fora, isto é, eles não *sentem* a importância, apenas *acham* que é importante, pois o professor, a escola e a sociedade assim o dizem.

Por outro lado, a Matemática é uma disciplina que se destaca em relação às outras, muito mais pela dificuldade que representa para muitos alunos do que pela sua importância enquanto área de conhecimento. Assim, *a idéia de que a matemática oferece mais obstáculos à aprendizagem que as demais disciplinas, idéia confirmada na prática das salas de aula por muitos anos, é certamente mais velha que o século XX.* (LELLIS e IMENES, 1994, p. 5). Confirma-se o pensamento desses autores nas falas de todos os alunos entrevistados, ao confessarem que alguma vez, em sua vida escolar, já enfrentaram muita dificuldade com a Matemática. Tal dificuldade é muitas vezes colocada como principal motivo para que não gostem de tal disciplina, o que tem proporcionado grande resistência à aprendizagem, conforme comenta o aluno: *Ah, eu não gosto de Matemática, eu acho muito difícil. Consigo até passar de ano, mas ela é muito complicada.* (FR)

Uma outra questão presente na fala dos alunos é o fato de não verem sentido em estudar Matemática. Afirmam que, ao perguntarem para seus professores *Por que tenho que aprender isso?*, ou então, *Onde utilizo isso?*, as respostas são evasivas: *A matemática é muito importante para as suas vidas.* Ou: *Vocês precisam aprender matemática porque vão utilizá-la em suas vidas.* Uma outra resposta comum é *essa matéria é muito importante para o ano que vem.* Mas nunca dizem *em que situação ou quando usaremos tal conteúdo.* Reforçam que *não adianta só saber como fazer o exercício, têm que saber onde será usado; se não, pensamos que não tem utilidade.* Essa questão é ressaltada por Skovsmose (2001, p. 39), quando comenta que:

A matemática tem um campo extenso de aplicações. A matemática é aplicada em economia (macroeconomia e microeconomia), planejamento industrial, em diferentes formas de gerenciamento e em propaganda tanto quanto em campos tradicionais de aplicação na tecnologia. É freqüentemente difícil, tanto na escola primária quanto na secundária, apresentar exemplos ilustrativos de aplicações reais; muito freqüentes são exemplos que mostram pseudo-aplicações. Aplicações reais da matemática ficam normalmente “escondidas”, embora sejam muitas e importantes.

No entanto, com as pseudo-aplicações fica evidenciado aos alunos que eles não conseguem sozinhos ver as relações entre o conhecimento matemático e a vida, tampouco o professor estabelece relações entre o conteúdo ensinado anteriormente e o trabalhado no momento. O conhecimento matemático é encarado dessa forma como capítulos estanques, de maneira que um não tem nada a ver com o outro. Cada conteúdo está fechado em sua caixa de segredos.

Nesse sentido, é comum os alunos verem como importantes apenas os conteúdos básicos, que utilizam em seu dia-a-dia, como juros, porcentagens entre outros, sendo que os mais complexos são considerados importantes apenas para aqueles que serão engenheiros ou farão matemática na universidade.

A forma com que é concebido o currículo matemático leva a aprendizagem a ser entendida como um acúmulo de fórmulas e algoritmos. Para os estudantes, aprender matemática é seguir e aplicar as regras que estão na apostila, depois de serem exemplificadas pelo professor. Isso os leva a pensar que a matemática é um corpo de conceitos verdadeiros e imutáveis, do qual não se pode duvidar ou questionar: só importa saber que ele funciona sempre e em qualquer lugar. Por essa razão é que os alunos que revelam gostar de matemática comentam: *Eu gosto de Matemática porque ela é exata. Achamos o resultado e pronto, é aquilo não tem o que questionar.*

Todavia, concebida dessa forma, os alunos confessam que a Matemática sempre foi trabalhada sem que lhes fosse dado em nenhum momento a oportunidade ou gerada a necessidade de criar, nem mesmo uma solução mais interessante para um problema. A metodologia utilizada sempre se voltou para a repetição, para a falta de dinamismo e de criatividade, o que tem levado os alunos a adquirirem, cada vez mais, resistência a essa área de conhecimento. Isso é reforçado quando comentam:

Na minha escola a professora sempre explicava o conteúdo da apostila e depois nós fazíamos vários exercícios do mesmo conteúdo. (CR).

Nós sempre fazíamos só exercícios, era assim que se aprendia matemática. Não tinha nada de diferente. Nem sabia o que estava fazendo e para que aquilo servia. (WS).

Nesse contexto, o aluno passa a acreditar que na aula de Matemática o seu papel é passivo e desinteressante. Confirmando o fato, Carraher et al. (1991) comenta que os professores demonstram aderir ao modelo tradicional à medida que acham que é sua responsabilidade apenas “dar” aula e é responsabilidade do aluno “tomar” o que lhe foi oferecido, ou seja, aproveitar a aula. A responsabilidade do professor é a de “falar sobre”; e a responsabilidade do aluno, a de “aprender”.

Ao serem questionados sobre a maneira como desejariam que a Matemática fosse trabalhada, os alunos revelam que sentem falta de ver a matemática ir além do número. *Em Matemática nós cansamos de tanto decorar fórmulas. Eu acho falta de ter desafios para resolver, discutir a resposta daqueles problemas, enfim pesquisar sobre a matemática.*(MS). Apesar das poucas vezes que seus professores levaram problemas que envolviam o cotidiano,

quando isso acontecia, relatam que era muito significativo, pois trazia um entendimento, favorecendo uma aproximação deles com a matemática. Justificam que *todos os dias vemos na TV, internet, jornais etc, tantas coisas que se relacionam a números e que nos parecem muito longe daquilo que aprendemos em sala de aula. Por que os professores não mostram essas aplicações para nós?* (AT).

Analisando tal fato, é comum percebermos que dificilmente é revelado aos alunos em que circunstâncias utilizariam um determinado conteúdo em seu dia-a-dia. É nesse sentido que eles destacam a necessidade de ver o lado prático da matemática, ou seja, poder entender o porquê do problema ser resolvido por meio daquele conteúdo matemático. Complementam que sentem falta de ver exemplos de problemas que sejam diferentes daqueles que a apostila traz. Gostariam de trabalhar com questões que não estivessem prontas nos livros. Revelam que sentem a necessidade de falar mais sobre a matemática e poder conversar sobre os problemas e suas formas de resolução. Para eles, é também importante saber para que finalidade tal conteúdo matemático surgiu, enfim, conhecer um pouco da história da matemática e como ela se relaciona com os outros conhecimentos e com a própria sociedade. Por outro lado, acreditam ser relevante o professor levar em conta a forma de pensar e fazer do aluno, tanto em elaborações individuais quanto em grupo.

Diante da fala dos alunos, pude constatar que desde a época em que frequentei a escola até os dias atuais, os docentes têm encontrado dificuldades em relacionar a Matemática com o contexto em que vivemos. Na realidade, a matemática tende a ser ensinada como conteúdo acabado, de forma repetitiva, visando a uma conclusão final que nunca é conseguida na escola, pois a pressa em fechar os conteúdos presentes no planejamento não o permite. Essa proposição é corroborada na fala de Machado (1991, p. 95):

A matemática tem sido ensinada em todos os níveis com uma ênfase que consideramos exagerada na linguagem matemática. A preocupação central parece ser escrever corretamente, falar corretamente, em detrimento essencialmente do papel que a matemática pode desempenhar quanto ao favorecimento de um pensamento a um tempo ordenado e criativo. Com frequência muito grande, o pensamento situa-se a reboque da linguagem matemática.

Na conversa com os alunos, percebi também que uma de suas maiores dificuldades em relação à Matemática é a falta de comunicação entre tal conhecimento no cotidiano e na escola, ou seja, a matemática da vida não tem lugar na escola e a matemática escolar não tem lugar na vida. Os conteúdos são apresentados aos alunos de uma forma insignificante, difíceis de entender, abstratos, sem aplicações no cotidiano. Muitas vezes, o único material consultado

é o livro didático ou a apostila, o que vem priorizar a memória em detrimento da compreensão.

Entre as várias dificuldades, os alunos entrevistados não apenas apontaram os problemas que possuem em relação à matemática, mas apresentaram sugestões para tentar resolvê-los: enfatizar a importância da matemática; mostrar as aplicações dos conteúdos trabalhados na escola; utilizar metodologias que facilitem o acesso do aluno ao conhecimento matemático ao invés da memorização; que professor e aluno, possam trabalhar juntos permitindo uma ação democrática, baseada no respeito e na compreensão.

Diante das considerações feitas por ambos os grupos entrevistados (professores e alunos), é possível verificar que os alunos sentem as dificuldades que os docentes têm para relacionar a matemática com o contexto no qual estão inseridos. Os alunos acreditam que falta o lado contextualizado da matemática em sala de aula, pois eles consideram que no mundo em que vivemos, profundamente envolvido com a ciência e com a tecnologia, é extremamente necessário que os conhecimentos escolares possam voltar-se para tais questões. Além de sentirem a necessidade de aproximação da matemática do contexto onde vivem, os alunos desejam maior participação no processo ensino-aprendizagem. Gostariam, inclusive, que a eles fosse dada a oportunidade de opinar. Contudo, o que os alunos não têm maturidade para perceber é que, muitas vezes, as dificuldades dos docentes de proporcionarem a eles um ensino-aprendizagem condizente com os interesses, independe apenas de boa vontade. Falta a esses docentes uma formação profissional adequada, para que tais objetivos possam ser atingidos.

Todavia, para que mudanças possam ocorrer, é preciso que haja mudança de postura de ambas as partes envolvidas. Os professores necessitam de uma formação profissional que venha a contemplar suas necessidades e as necessidades dos alunos. Entretanto, os alunos também precisam assumir seu papel de atores desse processo, principalmente no que diz respeito à indisciplina em sala de aula e à falta de interesse frente aos conteúdos trabalhados. Os alunos têm que se sentirem como co-responsáveis pela construção do conhecimento matemático, para que as mudanças comecem a acontecer.

Frente às dificuldades apresentadas tanto pelos docentes quanto pelos alunos em relação ao conhecimento matemático, percebi ser o momento de dar uma possível contribuição a essa prática, com vistas a promover uma nova proposta para o ensino-aprendizagem da disciplina de Matemática na 1ª. série do Ensino Médio. Busquei o envolvimento dos demais docentes, a fim de realizar um grande projeto que reunisse toda a área da qual a Matemática faz parte – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.

Apesar de não conseguir atingir tal intento, penso que o trabalho desenvolvido possa vir a atender às necessidades postas pelos docentes em suas falas, como também às expectativas que os alunos apresentam no que diz respeito à disciplina de Matemática. Tal proposta será relatada a partir do próximo capítulo.



Desenvolvimento do plano de ação: uma pré-proposta

*“Para Tales...a questão primordial não era o que sabemos mas
como o sabemos.”*

Aristóteles

Este capítulo visa a descrever o desenvolvimento do meu plano de ação que nomeiei de pré-proposta. Os dados que coletei e analisei nessa fase impulsionaram-me a tomar certas decisões que me permitiram avançar para a implementação do plano de ação. Posso dizer que tal fase funcionou como uma pesquisa-piloto, desenvolvida antes de iniciar a experiência na disciplina de Matemática, pois por meio dela pude adquirir mais segurança em relação à proposta que eu intencionava implementar como plano de ação.

Conforme já comentei no quarto capítulo, a intenção nessa fase era de introduzir um viés matemático na disciplina de Princípios Tecnológicos. Contudo, a docente regente de tal disciplina, ao tomar conhecimento sobre o enfoque CTS, percebeu a importância de introduzi-lo não somente no conhecimento matemático, mas entre outros conhecimentos da disciplina.

Dessa forma, durante a reorganização dos conteúdos, visando aos enxertos CTS, a docente deu-me liberdade para introduzir o viés matemático no momento em que eu percebesse ser oportuno. A professora se propôs também a estudar junto comigo o enfoque CTS, tendo em vista as possíveis aplicações que poderíamos realizar dentro da disciplina, deixando-me à vontade para fazer as interferências que eu julgasse serem necessárias. Sendo assim, todas as aulas eram previamente preparadas em comum acordo com a professora regente, bem como o material que seria utilizado.

7.1 Entrando em cena, porém como platéia participante: a experiência desenvolvida na disciplina de Princípios Tecnológicos

O Ensino Médio na UTF-PR tem suas bases na Educação Tecnológica voltada ao mundo do trabalho, sem qualificação profissional formal, alicerçando a preparação do futuro cidadão-trabalhador, capaz de pensar, agir, decidir, fugindo dos modelos divisionistas do trabalho, com competência para o enfrentamento de uma sociedade em constante mudança.

Entre seus objetivos, destaca-se o de permitir ao futuro cidadão-profissional desenvolver uma visão social da evolução da tecnologia, das transformações oriundas do processo de inovação e das diferentes estratégias empregadas para conciliar os imperativos econômicos às condições das sociedades.

Desse modo, com vistas a atingir os objetivos indicados, entre outros, a disciplina de Princípios Tecnológicos foi instituída como parte diversificada do currículo do Ensino Médio, na UTF-PR. Seu principal objetivo era o de contribuir na compreensão do desenvolvimento dos conhecimentos científico-tecnológicos, bem como de suas implicações sociais,

econômicas, culturais e ambientais. Para isso, propunha o desenvolvimento das habilidades estabelecidas no Quadro 5⁴¹.

 CEFET-PR	CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ UNIDADE DE PONTA GROSSA DIVISÃO DE ENSINO PLANO DE ENSINO	Código <hr/>
01	Curso : Ensino Medio Disciplina: Princípios Tecnológicos	
Serie: 2 ^a N° de horas aula semanal: 2 h/a N° de horas aula total: 64 h/a		
02	Objetivo geral Compreender o desenvolvimento do conhecimento científico e suas implicações sociais, econômicas, culturais e ambientais.	
03	Habilidades prévias requisitadas Conhecimentos básicos nas ciências humanas, exatas, biológicas e de códigos e linguagens.	
04	Ementário <ul style="list-style-type: none"> • Caracterização da Ciência, Técnica e Tecnologia. • Evolução da Tecnologia – Impactos ambiental, econômico e social. • Gestão da Tecnologia. • Tecnologia contemporânea. 	

⁴¹ O leitor perceberá que o modelo de currículo da disciplina de Princípios Tecnológicos é diferente ao da disciplina de Matemática, apresentado no quinto capítulo. Isso se dá pelo fato de o Ensino Médio ter sofrido uma segunda reformulação após a implantação da LDB em 2003.

Continuação – Quadro 5 – Planejamento da disciplina de Princípios Tecnológicos	
COMPETÊNCIAS	CONTEÚDO
<ul style="list-style-type: none"> • Entender o processo evolutivo da humanidade e o desenvolvimento científico. • A revolução científica. • A revolução industrial. • A sociedade atual. • Reconstruir o conceito de técnica e tecnologia e a sua correlação com a ciência. • Compreender a técnica e a tecnologia • Analisar a importância da evolução tecnológica e identificar suas implicações sociais, econômicas, ambientais e culturais. • Analisar a importância de determinados domínios tecnológicos no processo de transformação tecnológica e social. • Relacionar as tecnologias contemporâneas com o perfil do cidadão do 3º Milênio. 	<ul style="list-style-type: none"> • O avanço do conhecimento desde o domínio do fogo, a informática, a tecnologia até a engenharia genética. • Os principais avanços tecnológicos, revoluções industriais (do sistêmico às particularidades, até a interdisciplinaridade). • Técnica, tecnologia e ciência. • Diferenciação da técnica e tecnologia. • A técnica e a transformação da natureza. • A tecnologia e a transformação da humanidade. • A tecnologia como instrumento de poder e dominação. • Tecnologia e o meio ambiente: aspectos positivos e negativos. • Tecnologia e as necessidades sociais; qualidade de vida e exclusão social. • Tecnologia e a estrutura sócio-econômica. • Tecnologia e a estrutura sócio-educacional. • Gestão da Tecnologia através do estudo de casos. • Tecnologias Contemporâneas. • Inteligência emocional. • Qualidade de vida. • Novas profissões. • Empreendedorismo.

QUADRO 5 – Planejamento da disciplina de Princípios Tecnológicos

Fonte: Grade Curricular Ensino Médio – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Ponta Grossa

De acordo com a grade curricular da disciplina, podemos perceber que vários enxertos CTS puderam ser implementados a fim de abordar os vários conteúdos. Escolhemos essa modalidade para desenvolver os pressupostos do enfoque CTS pelo fato de não necessitar de uma reforma rígida no planejamento da disciplina, conforme as referências que comentei no quarto capítulo.

7.1.1 Iniciando as atividades

Conforme frisei no início do capítulo, a intenção era de somente inserir um enxerto CTS dentro do conhecimento matemático e descrevê-lo. Contudo, devido a rica experiência que a introdução de outros enxertos acabou gerando na referida disciplina, percebi ser importante descrevê-los, porém, de uma forma mais resumida, apresentando apenas os pontos mais importantes de algumas atividades desenvolvidas, sem maiores aprofundamentos. Em alguns casos, apenas me deterei em citar a forma como ocorreram, uma vez que serviram de suporte para outras atividades mais relevantes.

Atividade 1

No primeiro dia de aula, a docente apresentou-me para as turmas e explicou que eu estaria presente nas aulas durante todo o ano letivo, participando com elas das atividades que seriam desenvolvidas. Os alunos colocaram-se à minha disposição para participar dessas atividades, inclusive trazendo uma declaração por escrito de seus pais, autorizando-me a filmar tais atividades, se assim fosse necessário.

Ao dar início às atividades, visando às competências propostas para a já referida disciplina, pensamos em ser viável diagnosticar, num primeiro momento, as concepções que os alunos possuíam a respeito de ciência, tecnologia, sociedade e suas relações. A importância de tal diagnóstico nos permitiria:

- estabelecer as convicções que os alunos possuíam a respeito de tais assuntos, pois assim seria possível planejar os caminhos, replanejar e aplicar técnicas que venham possibilitar-lhes uma reflexão contínua;
- que pudéssemos avaliar (caso ela ocorresse) que tipo de evolução haveria em relação a tais concepções durante o estudo.

Para nos subsidiar tomamos por base alguns estudos desenvolvidos por Rubba e Harkness (1993, 1996); Acevedo (2001, 2004a 2004b); Acevedo, Massanero, Alonso (2004a, 2004b) entre outros que visam apresentar uma discussão em torno das concepções que alunos e professores têm em relação à ciência, à tecnologia e à sociedade.

Segundo os referidos autores, na maioria dos casos, parte dos docentes e quase que a totalidade dos alunos consideram que a tecnologia em sua posição é inferior à ciência, sendo considerada a primeira como uma aplicação da segunda. Isso tem gerado uma compreensão de que ciência e tecnologia são atividades neutras, objetivas, imparciais, autônomas e destituídas de valor. Ambas têm sido caracterizadas como promotoras do bem-estar e

solucionadoras de qualquer problema que possa aparecer. Alvarez (2004) afirma que a ciência tem sido vista como benfeitora. Considera que na ciência e na tecnologia vê-se o caminho para o desenvolvimento econômico e social.

As pesquisas anteriormente referenciadas nos dão uma noção das concepções que principalmente os alunos têm exposto sobre a ciência, a tecnologia e sua relação com a sociedade. Apesar de nosso principal objetivo para essa primeira atividade não ser uma reflexão profunda sobre as concepções que os alunos envolvidos em nossa experiência apresentavam sobre o referido assunto, pensamos ser pertinente fazer essa sondagem. Ela nos auxiliaria a decidir de que ponto poderíamos iniciar esse experimento e até que ponto poderíamos aprofundá-lo.

Sendo assim, distribuimos aos alunos um questionário com questões que nos permitissem verificar quais as concepções que eles tinham sobre ciência, tecnologia e suas implicações no contexto social. Desse modo, encaminhamos aos alunos as questões apresentadas no Quadro 6.

1-O que você entende por ciência?
2-O que você entende por tecnologia?
3-Quais os conhecimentos que você considera que foram ou são importantes para o avanço da ciência e da tecnologia? Justifique o porquê de cada um.
4-Que relação existe entre ciência e tecnologia?
5-Você acredita que nossa sociedade poderia funcionar sem ciência e sem tecnologia? Por quê?
6-Você acredita que o desenvolvimento econômico depende do desenvolvimento científico-tecnológico? Por quê?
7- Você acredita que o desenvolvimento científico-tecnológico pode ajudar a reduzir as desigualdades sociais? Como e por quê?
8-Você acha que todo progresso científico-tecnológico constitui um avanço humano?

QUADRO 6 – Questões propostas no questionário inicial

Ao analisar as respostas das perguntas anteriormente propostas, pude perceber que algumas eram semelhantes. Diante disso, considerei viável para meu estudo dispô-las em categorias (Quadro 7), para posterior análise.

Pergunta	Categoria	Percentual
1-O que você entende por ciência?	Pesquisa ou estudo aprofundado de algo.	100%
2- O que você entende por tecnologia?	Avanço, evolução, desenvolvimento de novas técnicas.	46%
	Aplicação dos conhecimentos vindos da ciência.	41%
	Desenvolvimento do ser humano.	13%
3-Quais os conhecimentos que você considera que foram ou são importantes para o avanço da ciência e da tecnologia? Justifique o porquê de cada um.	Informática: auxilia em tudo.	7,5%
	Todos, desde os mais básicos até os mais avançados.	30 %
	Física, matemática, química e biologia, pois estão presentes em tudo.	40%
	O fogo e a roda, pois foi com eles que tudo começou.	15%
	Filosofia e astronomia, por despertarem no homem a curiosidade e o desejo de avançar.	7,5%
4-Que relação existe entre ciência e tecnologia?	Uma depende da outra para avançar.	100%
5-Você acredita que nossa sociedade poderia funcionar sem ciência e sem tecnologia? Por quê?	Não. Pois precisamos deles para se desenvolver, progredir e para ter conforto.	62,5%
	Sim. O homem é quem determina suas necessidades.	37,5%
6-Você acredita que o desenvolvimento econômico depende do desenvolvimento científico-tecnológico? Por quê?	Sim. Facilita a industrialização, novos recursos, mais dinheiro. A economia do país depende da ciência e da tecnologia para avançar.	80%
	Não. Nem sempre existe essa necessidade.	20%
7-Você acredita que o desenvolvimento científico-tecnológico pode ajudar a reduzir as desigualdades sociais? Como e por quê?	Não. Só tem condição de usufruir da ciência e da tecnologia quem tem mais poder aquisitivo.	52,5%
	Sim. Com a ciência e tecnologia se criam novas técnicas para ajudar as pessoas a viverem melhor.	30%
	Poderia ajudar a diminuir. Seria um grande objetivo. Mas devido a ambição do ser humano isso não acontece.	17,5%
8-Você acha que todo progresso científico-tecnológico constitui um avanço humano? Por quê?	Sim. Quanto mais se avança mais se pode ajudar as pessoas.	97,5%
	Nem sempre, pois o avanço pode também trazer malefícios. Existem coisas que estão acima desse desenvolvimento.	1,75%
	Não, pois alguns avanços em nada ajudam.	0,75%

QUADRO 7 – Categorias obtidas por meio das respostas do questionário inicial.

Em um segundo momento as questões foram retomadas e discutidas com os alunos, permitindo que eles pudessem justificar por que haviam dado tais respostas. Além disso, durante a discussão, procuramos colocar algumas provocações: será que a ciência e a tecnologia trazem somente benefícios para a humanidade? Seriam elas atividades neutras? Tais provocações tiveram o intuito de estimular, levando os alunos a reverem as respostas que haviam dado, de forma que pudessem repensá-las à luz do contexto onde vivem. Essas concepções sempre eram revisitadas, na medida em que se discutia a relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

As atividades que se seguiram após tal sondagem e discussão visaram a contemplar os conteúdos listados no Quadro 4, referentes ao planejamento da já citada disciplina. O que houve de significativo foi a forma com que tais conteúdos passaram a ser abordados, uma vez que nossa intenção foi a de introduzir atividades que permitissem aos alunos uma forma diferente de conceber a relação entre ciência, tecnologia e sociedade com vistas ao enfoque CTS.

Atividade 2



A Guerra do Fogo

Dirigido por Jean-Jacques Annaud (1981), o referido filme relata a história de um grupo de homens pré-históricos que, após terem a fogueira de sua aldeia apagada num confronto com uma tribo rival, saem em busca da única fonte para obtenção de fogo que conhecem (uma área de terras vulcânicas). No percurso deste grupo tem-se o contraste entre a evolução de vários "povos", alguns mais atrasados, outros mais adiantados (tendo um deles o domínio da fala) pelo modo como cada grupo lida (inclusive "tecnologicamente") com a situação de confronto entre as tribos. É do grupo mais desenvolvido (o que tem a capacidade verbal) que virá uma garota a integrar-se ao grupo dos protagonistas, aos quais, no final, ensinará o segredo, já dominado pela sua tribo, de se produzir o fogo por fricção. É possível verificar que a técnica dependia do conhecimento partilhado, caracterizando em muitos casos a detenção do poder e o significado de progresso.

Direção: Jean-Jacques Annaud

Duração: 97min – Aventura

Ano: 1981

www.interrogacaofilmes.com/textos.asp?texto=20

O homem como um ser pensante, dotado de conhecimentos, desde os primórdios de sua existência tem se utilizado de diversos recursos para dominar o meio em que vive. Do primeiro pedaço de madeira usado como arma, passando pela descoberta do fogo e da roda, ao longo da história, o homem tem desenvolvido técnicas e tecnologias. Muitos desses objetos

estabelecem o bem-estar do indivíduo, não deixando de estimular um caráter de dominação do homem sobre o seu semelhante: neste caso, deter a técnica/tecnologia iguala-se a deter o poder.

Considerando que as questões anteriores são de relevante importância para refletir sobre a evolução de nossos ancestrais e, juntamente com essa evolução, entender o progresso do conhecimento, levamos para sala de aula o filme “A guerra do fogo”. Ao sugerir um debate sobre o referido filme e, uma posterior análise escrita, nossa intenção era de instigar os alunos a responderem às seguintes questões: que tipo de sociedade existia naquela época e qual era a semelhança com a nossa? Como se caracterizava o poder? Havia algum tipo de conhecimento? Como esse conhecimento era transmitido? Existia técnica, ciência ou tecnologia?

Acerca dessas questões, os alunos já conseguem identificar no filme a existência de uma organização social, porém, ressaltam que ela ainda é muito rudimentar. Alguns conhecimentos que eram produzidos pelas tribos antigas e a forma como eles eram repassados, foram comentados. Ao estabelecer comparações entre a forma de vida dos primeiros homens e a nossa, citam que a luta pelo poder sempre existiu, mudando apenas o objeto em torno do qual essas lutas aconteciam.

Foi possível perceber um esforço em classificar o que era técnica, tecnologia ou ciência existente naquela época. Comentários foram feitos sobre o que poderia ser considerado como ciência, ou seja, os alunos argumentam que o conhecimento (ciência) surge da observação que aqueles povos faziam em seu dia-a-dia, principalmente do contato que tinham com a natureza.

Assim, concluem que o homem sempre foi um ser insatisfeito e isso fez com que buscasse e continue buscando novos conhecimentos, criando mais ciência e tecnologia para resolver seus problemas e, desse modo, poder exercer o seu domínio não somente sobre a natureza, mas também sobre seus semelhantes.

Atividade 3

A partir do momento em que o homem começa a compreender e dominar a natureza em seu benefício, ele tende a adquirir conhecimentos e utilizá-los em busca de novas conquistas. Uma delas foi o desenvolvimento da linguagem, que no início era meramente gestual; com o passar do tempo, descobriu-se que os sons também poderiam se prestar a essa função. A sofisticação da linguagem serviu para facilitar a comunicação de uma informação complexa, talvez não representada meramente pelo gesto. Os conhecimentos adquiridos por

meio da observação do meio onde o homem vivia poderiam ser transmitidos muito mais facilmente por intermédio do uso da fala.

Porém, esse foi somente o início de grandes conquistas e descobrimentos que o homem veio pouco a pouco adquirindo. Novas experiências, erros e acertos constroem a cada dia que passa a história de nossa humanidade, sempre na busca do progresso.

Dessa forma, para que possamos compreender a evolução do conhecimento humano até nossos dias, a criação de técnicas, descobertas científicas e tecnológicas, faz-se necessário um revisitar a nossa história. Com esse intuito, selecionamos para leitura o livro “A ciência através dos tempos”⁴² (Chassot, 1994).

Para tal atividade, foram formadas cinco equipes em cada uma das turmas, as quais apresentaram dois capítulos do referido livro, assim distribuídos, respectivamente: Marco zero: na aurora do conhecimento; Com os gregos o conhecimento se estrutura; A ciência helenística e romana: o começo da era cristã; Os árabes: plagiadores ou criadores?; Idade Média: noite dos mil anos; O Renascimento: uma nova aurora; Século XVII: nasce a ciência moderna; Século XVIII: o século das luzes; Século XIX: a ciência se consolida; A última virada de século: 1900 ± 5 anos. Os dois últimos capítulos foram discutidos por toda a classe: Século XX: a ciência faz maravilhas; ... e agora, quase século XXI.

Ao fazerem uma análise crítica do citado livro, ambas as turmas acordaram que a técnica é anterior à ciência; porém, à medida que se precisa repassar esse conhecimento e aprimorá-lo, a ciência passa a fazer parte desse contexto, sendo concomitante com a técnica.

Acreditam os alunos que a técnica foi a primeira forma que o homem encontrou para expressar seu conhecimento, sendo utilizada desde o marco zero de nossa existência. Comentaram que os indícios de um conhecimento de cunho mais científico datam do Período Neolítico (ou da pedra Polida), uma vez que, a partir de então, começa a haver no Egito uma preocupação mais significativa em relação às comprovações, o que vinha sobrepor os conhecimentos que eles possuíam anteriormente, os quais eram obtidos por meio de observações superficiais, principalmente em relação à natureza. Quanto à tecnologia, afirmaram que ela surgiu mais tarde, como um aperfeiçoamento e aplicação da ciência. Citaram ainda como conhecimentos essenciais para o avanço científico-tecnológico a matemática, física, química, astronomia e filosofia.

⁴² O conteúdo desse livro oferece uma visão geral do conhecimento humano, indo desde a descoberta e uso do fogo até as mais recentes conquistas da ciência e da tecnologia. Uma descrição mais detalhada será apresentada no oitavo capítulo, no qual apresento aos alunos uma atividade a partir dos capítulos do referido livro.

Como seqüência ainda dessa atividade, solicitamos ao longo das aulas, que os alunos realizassem uma pesquisa sobre os conceitos de ciência, técnica, tecnologia e sociedade, para que pudéssemos comparar com aqueles presentes no questionário inicial, nos debates e análises anteriores. Como reforço, deixamos à disposição dos alunos também os textos: “Ciência, Técnica e Tecnologia” (Alessio e Shimizu, 1999) - ANEXO 3; “Conceitos de técnica, ciência e tecnologia” (Palácios et al, 1996)⁴³ - ANEXO 4; “Menino Lobo”⁴⁴ (Cerezo et al, 2003, p. 87) - ANEXO 5. As definições trazidas pelos alunos e os textos que fornecemos nos ajudavam a ampliar as concepções a cada nova aula, as quais vinham expressas por meio de textos, imagens e gestos que os alunos utilizavam para poder relatar aquilo que compreendiam.

Atividade 4

A Revolução Industrial, no final do século XIX, vem alavancada por um grande impulso científico-tecnológico que surge como uma exigência do crescente capitalismo para uma grande demanda de mercadorias. Por conseqüência, requer um maior número de pessoas para a sua produção; o trabalho especializado é gradualmente eliminado, dando lugar às fábricas, que vêem concentrar o esforço num único espaço, no qual a máquina exercerá o papel de otimizadora.

Nesse sistema, o ser humano adquire um papel secundário, ficando subjugado às necessidades de funcionamento da máquina e, conseqüentemente, à sua genitora – a tecnologia.

O que em princípio veio para facilitar as tarefas humanas, quer seja em casa ou no trabalho, começa a reclamar por seu pagamento, formatando a sociedade à sua maneira.

É nesse sentido que, após termos discutido sobre a evolução do homem (por meio da produção de novos conhecimentos), as concepções de ciência, de tecnologia e de sociedade, acreditamos ser necessário possibilitar ambientes de aprendizagem que viessem a permitir o estabelecimento de relações, interferências, influências e reflexões sobre esses três elementos.

⁴³ Ambos os textos trazem conceitos sobre ciência, técnica e tecnologia. Os textos originais estão em espanhol e foram por mim traduzidos para o português.

⁴⁴ Esse texto nos traz para reflexão a idéia de que somos o que a sociedade na qual vivemos quer que sejamos. Na infância, a companhia é praticamente o mais importante, para que a criança possa se moldar aos hábitos e costumes socialmente aceitos. Nossa natureza biológica nos preparou para sermos seres sociais, sendo que o instinto foi substituído progressivamente pela aprendizagem.

Sendo assim, o primeiro ambiente de discussão foi proporcionado pelo documentário “No ritmo do Sistema”⁴⁵.

A partir de tal documentário, os alunos estabeleceram várias relações que envolvem o desenvolvimento científico-tecnológico e social. Porém, as que apareceram com maior propriedade são as que se referem às desigualdades sociais causadas por tal desenvolvimento e a escravidão tecnológica, que incute nos cidadãos a falsa necessidade de obter os novos artefatos tecnológicos. A credibilidade excessiva atribuída à tecnologia, fazendo do ser humano um escravo de seu próprio tempo e espaço, é também ressaltada. O que no início de nossas atividades era visto pelos alunos como tecnologia = bem-estar, começa agora a ser refletido com um pouco mais de criticidade, sendo possível verificar também, algumas ressalvas sobre o uso excessivo dos aparatos tecnológicos, fazendo com que a tecnologia passe a direcionar nossas necessidades.

Atividade 5

Devido às atividades até aqui desenvolvidas e os aprofundamentos conceituais a que chegamos, pensamos ser pertinente dar início às discussões que pudessem introduzir em nossas análises o que vem a ser o enfoque CTS, colocando seu panorama geral, desde seu surgimento até as contribuições que tem trazido na reflexão sobre o contexto científico-tecnológico e social. Os primeiros comentários foram introduzidos a partir da leitura dos textos: “Necessidade de uma reflexão sobre a ciência e a tecnologia”, de autoria de Sanz et al (p. 154-181, 1996) – ANEXO 6, e “O que é CTS”, sendo esse um resumo de partes das obras de Gordillo et al. (p.157-180, 2001)⁴⁶ e Cerezo et al. (p. 125-128, 2003) – ANEXO 7. Apesar de ser um assunto de certa forma complexo para o entendimento dos alunos do Ensino Médio, nossa intenção não era de aprofundamento, mas sim evidenciar como as concepções e implicações de ciência e tecnologia precisam ser discutidas, além de apontar a eles que existem pessoas preocupadas em conduzir reflexões, análises e avaliações sobre as questões científicas e tecnológicas em suas ações em nossa sociedade.

Diante disso, nosso objetivo para essa fase do trabalho era de que os alunos pudessem expressar a sua compreensão sobre o enfoque CTS por intermédio de atividades práticas. Para tanto selecionamos a técnica nominada por Gordillo et al. (2001) de caso

⁴⁵ O documentário apresenta como Henry Ford desenvolveu seu sistema de produção para o modelo de carros “T”, sua influência para sociedade e a forma de trabalho das pessoas. Mostra, também, como estamos à mercê do desenvolvimento tecnológico e de como a tecnologia reorganiza o nosso cotidiano. Nesse documentário é possível perceber e analisar também a implicação de cada conhecimento no progresso científico-tecnológico.

⁴⁶ Ambos os textos foram uma tradução de capítulos em espanhol.

simulado, a qual consiste em apresentar um tema que gere controvérsias sobre questões científico-tecnológicas, em que os alunos se organizando em diferentes equipes, tomam posição como se fossem atores sociais, intervindo em uma discussão pública. Nessa posição, seus objetivos se tornam investigar, refletir, organizar e construir informações relevantes sobre o assunto em questão. Gordillo e Galbarte (2002) comentam que não há necessidade de os casos simulados serem reais; basta que apresentem polêmicas, assim como em casos reais, entre as instâncias envolvidas. Segundo Gordillo et al. (2001), a aproximação da realidade em sala de aula é muito importante, porém, os casos simulados não perdem nada em sua relevância em relação aos casos reais. Isso porque os casos reais podem não estar cercados por uma controvérsia pública e as informações sobre eles poderão não estar disponíveis. Já com os casos fictícios não há esse risco, uma vez que, além de se apropriarem ao manejo em sala de aula, sendo altamente motivadores, incluem um certo jogo criativo, ao relacionar ludicamente os planos da realidade com a ficção.

Dessa forma, Gordillo et al. (2001) complementam afirmando que mesmo nos casos simulados fictícios existe a motivação para participação democrática, pois o que menos importa é a decisão final. Ganha relevância o nível do debate, as informações, os argumentos e valores ocorridos durante o processo. Em termos gerais, a importância maior se dá ao processo e menos ao produto. Nessa atividade, o importante é o indivíduo incorporar seu personagem e sentir-se colocado na berlinda, de forma que seu saber possa ser questionado e suas idéias reformuladas.

Em nosso contexto, o caso simulado baseou-se na discussão de uma notícia fictícia. Essa escolha se deu pelo fato de podermos lançar uma notícia e torná-la o mais perturbadora possível por meio de informações. A notícia se caracterizou por meio do seguinte problema: até que ponto seria permitida a utilização de cobaias humanas para testar medicamentos que eventualmente possam neutralizar os efeitos da radioatividade no corpo humano? (Notícia fictícia - Quadro 8).

O Departamento de Saúde apóia pesquisa de medicamento em seres humanos⁴⁷

O chefe da Saúde anunciou em nota oficial o investimento de 100 milhões de dólares vindos dos Estados Unidos, através do Banco Mundial, para pesquisa de uma nova droga contra contaminação por radioatividade. “O incidente ocorrido em Goiás em 1987 não mais se repetirá, caso tenhamos sucesso no desenvolvimento deste antídoto”, disse o chefe.

A droga, a princípio denominada TRS100 — total radiative save — é um medicamento desenvolvido pela Trent Laboratories dos Estados Unidos e começará a ser testada em brasileiros no próximo mês. O Brasil foi escolhido como primeiro país para o teste porque apresenta áreas de concentração de pessoas de baixa renda, pessoas com características de resistência a dificuldades do meio e será testada somente em homens, diz J.B. do Depto. de Desenvolvimento Tecnológico da Trent.

A pesquisa possibilita um grande avanço científico-tecnológico para as questões de enfrentamento do risco de contaminação constante pela difusão de equipamentos que utilizam a radioatividade, bem como armas que utilizam munição feita a partir de urânio empobrecido, como as utilizadas na guerra do Golfo. É um investimento na área social, uma vez que cada indivíduo — cobaia humana — receberá uma cesta básica e uma ajuda de custo no valor de R\$ 240,00 (duzentos e quarenta reais) mensais, enquanto estiver no programa.

J.B. afirma que para participar do teste da TRS 100, os candidatos terão que provar que são carentes. Ainda disse que farão o experimento em outros países, uma vez que se quer testar a droga em humanos de etnias diferentes.

QUADRO 8 – Notícia do caso simulado

Frente a tal notícia, os alunos expuseram seus questionamentos: por que cobaias humanas? Por que o experimento no Brasil? Colocar preço nas pessoas é correto? E os riscos? Há dinheiro que cubra os riscos? Há alguma forma de não aceitarmos isso? A quem devemos procurar?

A partir de tais questões, comentamos que nós devemos exigir o direito de discutir sobre os assuntos que afetam nosso dia-a-dia, conforme cita a literatura sobre o enfoque CTS. Lembramos a eles que algumas atitudes têm sido tomadas em vários países, os quais desenvolvem maneiras de introduzir o público nas discussões de assuntos que afetam a sociedade.

Partindo desse pressuposto, desafiamos os alunos a montarem um debate para colocarem suas idéias e decidirem qual seria o melhor caminho a ser seguido diante da notícia em questão. Assim, foram escolhidos os personagens que participariam desse debate, entre eles representantes do governo, do laboratório proponente da pesquisa, dos médicos

⁴⁷ A notícia, assim como todos os nomes informados, são fictícios.

investigadores, dos direitos humanos e da população carente. As atribuições de cada personagem ficaram distribuídas conforme Quadro 9.

Governo	
<p>Abre a sessão fazendo o comentário sobre o projeto que chegou até o Departamento da Saúde. Ainda que a decisão final seja feita em uma sessão do congresso, o representante irá passar os informes para o congresso, que se baseando em estudos e valores do consenso, diante das forças políticas, tomará a decisão com relação ao projeto. Deverá verificar todas as informações relevantes, levando também em conta a participação cidadã. Tem a função moderadora entre os demais participantes.</p>	
Laboratório investigador	População carente
<p>Defende o projeto. É o representante de um grupo de cientistas americanos que estão implementando um medicamento que visa neutralizar os efeitos da radiação nuclear, tanto se uma pessoa for exposta no trabalho, ou acidentalmente. O medicamento chama-se TRS 100 e será aplicado no voluntário, após ter recebido uma certa quantidade de radiação.</p>	<p>É a favor do projeto. Às pessoas dispostas a participar do projeto assinarão um termo de responsabilidade e ficarão no mínimo um ano longe da família para que participem dos estudos. Os familiares receberão uma cesta básica e um salário mínimo enquanto durar o experimento.</p>
Representante dos direitos humanos	Comitê de médicos investigadores dos riscos causados pela radiação à saúde
<p>Será contra o projeto. Defende que mesmo não constando em lei, o artigo que proíbe seres humanos de serem tratados como cobaias, a partir de alguns acontecimentos que vêm se colocando no cenário mundial, essa corporação dará início às discussões para que o artigo seja incorporado. Comentam que apesar de não haver lei prescrita, defendem que o governo dos EUA está praticando uma forma de racismo, uma vez que escolhem a população carente para praticar a experiência.</p>	<p>É imparcial. Formado por um conjunto de médicos de diferentes países que estão investigando sobre os efeitos tão complexos que a radiação pode causar ao corpo humano. Deverá informar sobre os riscos e efeitos ocasionados pela radiação ao corpo humano e que nem sempre o medicamento poderá ser eficaz, podendo haver o risco de mortalidade.</p>

QUADRO 9 – Atribuições de cada personagem do caso simulado

Além dos estudos extra-classe, foi solicitada também a presença de profissionais conhecedores da radioatividade, para que trouxessem em forma de palestra uma explanação sobre o assunto. O período para preparação e realização dessa atividade foi de um mês, sendo que as orientações eram feitas tanto no horário de aula quanto fora dele.

A atividade de debate durou em torno de três horas. Foi possível perceber o esforço e perseverança por parte dos alunos em defender suas posições até o fim. Eles sempre

encontravam alguma pergunta ou justificativa para poder colocar o personagem oponente na berlinda e testar as suas argumentações.

Como decisão final, a equipe que representava o governo em uma das turmas (ANEXO 8) achou pertinente aceitar a proposta do laboratório, frente às discussões a que se chegou, porém, com algumas ressalvas, as quais apresentaram posteriormente. Já a equipe da segunda turma não aceitou a proposta (ANEXO 9) defendida pela equipe representante do laboratório que lançou o produto, devido às circunstâncias e discussões que os representantes de cada instância apresentaram. Ao final da atividade revelamos aos alunos que a notícia era fictícia, o que não desmereceu de forma alguma a atividade.

Atividade 6

Todos os dias, milhares de pessoas submetem-se às mazelas da ciência e da tecnologia. Em todos os lugares, encontramos seus representantes – os especialistas, detentores do conhecimento científico, os quais, pretensamente, têm resposta para todos os problemas que afligem a humanidade. A imposição do saber que eles detêm, parece inclinar-se à arrogância, que vem desconsiderar todas as outras formas de saberes. O filme “Óleo de Lorenzo” retrata com muita propriedade essa questão de poder atribuído ao contexto científico. Por esse motivo, o referido filme foi por nós selecionado, visando a ampliar nossas discussões em torno do enfoque CTS.



O óleo de Lorenzo

Trata-se da história de uma criança que tem uma doença rara e, pelos prognósticos médicos, não viverá muito. Logo nas primeiras cenas um fato se sobressai: o sofrimento ao qual o menino é submetido e as dificuldades da ciência em diagnosticar. A fala fria e científica do médico, ao informar o diagnóstico, contrasta com o desespero dos pais. A mãe pergunta se não há uma remota possibilidade de cura, se ele tem certeza. O doutor responde, que não. Os pais em desespero começam a estudar os sintomas e causas da doença em busca de uma possível cura. Nesse sentido, podemos perceber o conhecimento não formal em atividade plena. Porém, as novas idéias não são aceitas por não serem provadas cientificamente, apesar de estarem dando bons resultados. Mesmo assim, não há interesse em estudar a doença por parte dos cientistas, pois são poucos os casos e não há investimento financeiro.

Direção: George Miller
Duração: 135 min – Drama
Ano: 1992

Vale lembrar que, ao iniciar essa atividade, estávamos mais seguras de que os participantes já tinham condições de fazer uma análise mais crítica a respeito do assunto, uma

vez que já conheciam o que era o enfoque CTS. Além disso, tinham passado por uma atividade prática sobre CTS e reconheciam a importância de se ter uma postura epistemológica mais crítica quando temos acesso a questões que envolvem o contexto científico-tecnológico.

Nas análises feitas pelos alunos, procurou-se ressaltar que a pesquisa científica não é algo livre e desinteressado. Na maioria das vezes, os cientistas não têm como objetivo pesquisar aquilo que os interessa, mas sim o que vai atender aos objetivos de quem está financiando a pesquisa.

Outro ponto bastante comentado do filme foi a idéia de que acreditamos sem restrições naquilo que a ciência nos coloca. Depositamos tal confiança no aparato científico-tecnológico, que dificilmente conseguimos aceitar conhecimentos vindos de outras fontes que não seja a científica. Assim, reforça Fourez (1995, p. 21): *[...] a palavra 'ciência' pode, por vezes, 'aprisionar', por exemplo, quando alguns passam a impressão de que, uma vez que se falou de cientificidade, não há mais nada a fazer senão submeter a ela, sem dizer ou pensar mais nada a respeito.* Essa questão foi percebida pelos alunos e corroborada em suas análises.

No relato sobre o referido filme e a cada nova atividade, foi possível perceber o crescimento dos alunos em relação às posições e compreensões que passam a assumir diante da relação científico-tecnológica e social. Eles já começam a citar a importância do enfoque CTS como forma de reivindicar a participação do cidadão nas decisões que envolvem seus interesses, declarando que a ciência e a tecnologia não são atividades neutras. São movidas por interesses políticos e econômicos. Diante disso, começo a perceber que os objetivos que propus no início deste trabalho começam a ganhar corpo. Os alunos assumem seu lado crítico em cada uma das atividades propostas, comentando, discutindo, elaborando e reelaborando suas convicções. Entendem que seu papel na sala de aula não é mais o de um ente da platéia passiva, mas sim de atores que ajudam a montar o espetáculo de cada nova aula, na qual sempre brotavam novos desafios.

A professora e eu sempre tomávamos o cuidado de, em todas as atividades identificar a contribuição dos vários conhecimentos na construção do novo saber. Destacávamos as interrelações, bem como a influência que cada um deles exerce no contexto científico-tecnológico e social. Com alguns desses conhecimentos, os alunos tiveram oportunidade de tomar contato direto, pois precisaram deles para desenvolver alguns dos estudos solicitados, como foi o caso da química, biologia, filosofia, sociologia, matemática, entre outros. Porém, ainda me parecia que o conhecimento matemático se fazia presente no entendimento dos alunos apenas como instrumento de cálculo para as demais áreas.

Diante de tal fato e conforme acordo feito com a professora das turmas de introduzir um viés matemático na disciplina de Princípios Tecnológicos no momento em que eu acreditasse ser oportuno, decidi lançar tal atividade.

7.1.2 O viés matemático

Conforme comentei anteriormente, muitos foram os conhecimentos que brotaram durante as várias atividades que desenvolvemos com os alunos. O conhecimento matemático sempre se mostrou presente. Por várias vezes, ele foi citado tanto na construção das várias áreas de conhecimento que o homem domina hoje, tanto na ciência, quanto na tecnologia. No entanto, devido aos objetivos propostos para esse trabalho, considere ser importante abordar de uma forma mais explícita a participação do conhecimento matemático nos assuntos referentes ao contexto científico-tecnológico e social. Para tanto, tornou-se relevante trazer para a discussão a sua importância como conhecimento que tanto exerce influência como é influenciado em nossa sociedade, necessitando também de reflexão crítica, como qualquer outro conhecimento.

Dessa forma, procurei selecionar atividades que envolvessem a Resolução de Problemas, História da Matemática e Modelagem Matemática. Tais tendências da Educação Matemática contemplam os preceitos da Educação Matemática Crítica, a qual está em perfeita sintonia com os objetivos do enfoque CTS, conforme já teci minhas considerações no terceiro capítulo. Como nessa disciplina o objetivo não era o de ensinar aos alunos conteúdos matemáticos, mas sim refletir sobre o papel da matemática na ciência, tecnologia e sociedade, tomei o cuidado de levar para sala de aula questões sobre as quais eles já tivessem o domínio matemático.

Atividade inicial⁴⁸

Iniciamos discutindo a importância e influência que a matemática tem nas demais ciências, principalmente por meio dos modelos que são construídos a partir desse conhecimento para explicar e estudar os vários fenômenos de nossa realidade. Sendo assim, de posse de alguns dados de nossa realidade, elaboramos modelos matemáticos analisando, refletindo e questionando sua precisão e validade quanto aos fenômenos a serem estudados.

⁴⁸ Todas as atividades relativas ao conhecimento matemático foram por mim elaboradas e aplicadas nas já referidas turmas.

Dois desses modelos partiram da análise dos talões de conta de água e luz. Verificamos alguns arredondamentos que são feitos para beneficiar sempre o lado mais forte da economia; como o cidadão parece não estar atento a isso, acaba pagando um valor acima daquele considerado justo.

Um terceiro modelo foi construído a partir de dados referentes à poluição de um rio, o qual após sofrer um derrame de produtos tóxicos, passou por um processo de limpeza equivalente a 10% ao mês. O modelo conseguido resultou em uma equação exponencial que não permite zero como resposta, assim os alunos perceberam que teriam de estabelecer um valor que tendesse a zero. Diante disso, veio o questionamento: um dia a limpeza do rio poderá ser total? Mas o modelo estabelecido por meio da equação exponencial não permite que a resposta seja zero! Isso possibilitou aos alunos perceberem o cuidado que deve ser tomado ao se utilizar de modelos e considerar seus resultados como definitivos. Não se pode deixar de averiguar que nem sempre é possível introduzir no modelo todas as variáveis que interferem em seu funcionamento e, dessa forma, nós mesmos poderemos estar dando margem ao erro.

Para dar continuidade à discussão sobre modelos, realizamos a leitura e debate do texto “Erros, fraudes e acertos”, de Lewenkopf (2003)⁴⁹. Tal texto apresenta como destaque a influência que a matemática exerce no contexto científico-tecnológico por intermédio da precisão nas medições realizadas em estudos científicos. Nos comentários tecidos pelos alunos, ressalta-se o cuidado a se tomar quando nos deparamos com dados, informações de nível matemático, científico, tecnológico e os relacionamos com a sociedade. Devemos, segundo eles, lembrar que tais dados podem conter erros, pois há uma série de fatores que os influenciam. Nesse sentido, ressaltam que não podemos confiar indiscriminadamente na primeira informação que temos. Afirmam que a matemática é criada também pelo homem, o qual pode cometer erros, e assim, ocasionar a distorção dos resultados das pesquisas, podendo incorrer em desastres. Essas distorções podem acontecer por descuido dos pesquisadores, por instrumentos imprecisos, ou até por interesses particulares.

Devido ao fato de os alunos terem desenvolvido até aqui várias atividades que visaram ao enfoque CTS, eles conseguiram trazer essa visão para o contexto da matemática, reconhecendo-a como ciência que não é absoluta e tampouco neutra, podendo ser influenciada e influenciando em nosso cotidiano.

⁴⁹ Todo o artigo em questão foi lido e discutido. Nele o autor comenta que, por mais que a ciência esteja relacionada a um ideal de verdade absoluta e perfeita, não devemos esquecer que ela evolui através do esforço de cientistas e equipamentos imperfeitos. Comenta, também, que no estudo dos fenômenos científicos pode haver erros honestos, ou fraudes, dependendo do lado que se quer beneficiar.

Sendo assim, constatamos que o entendimento dos alunos sobre a importância da matemática e sua influência/relação com o desenvolvimento científico-tecnológico vai além do estudo ou da ferramenta que serve de auxílio para as outras ciências. Eles começam a perceber que o conhecimento matemático contribui na compreensão dos processos científico-tecnológicos. No entanto, ressaltam que a influência exercida pela matemática tanto serve para produzir ciência e tecnologia que ajudam a sociedade, como pode ser usada na produção de conhecimentos científicos e tecnológicos que possam vir a prejudicar as pessoas. Afirmaram, também, que sem a matemática outras ciências e a própria tecnologia não teriam como avançar e trazer suas produções para a sociedade. Porém, cada uma dessas influências, tanto a positiva como a negativa, devem ser cuidadosamente analisadas.

A partir dos comentários dos alunos, pude perceber que, mesmo depois de terem lido e discutido sobre a relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade, bem como conhecerem os objetivos do enfoque CTS, ainda intrinsecamente eles têm a idéia equivocada da não-neutralidade científico-tecnológica. Os alunos acreditam que a não-neutralidade do artefato ou *mentefato* é estabelecida quando dizemos que esse ou aquele objeto/conhecimento pode ser usado para o bem ou para o mal. Eles ainda não conseguem perceber que a não-neutralidade está na origem do objeto ou do conhecimento e não no uso que dele se faz. Com efeito, não era meu objetivo fazer com que os alunos saíssem dessa experiência dominando e aplicando todos os pressupostos do enfoque CTS. Dessa forma, posso destacar que o fato de os alunos se sentirem despertados para a reflexão, para crítica e para o debate sobre o contexto científico-tecnológico em suas relações com a sociedade, já foram considerados avanços.

Atividade de leitura e apresentação de textos

Um fato interessante que ocorreu durante as atividades com o conhecimento matemático foi o comentário dos alunos de que nunca haviam visto, ou sequer trabalhado, com a matemática abordada por meio de textos e debates. Para eles, matemática sempre significou números e equações. Ler sobre a matemática, segundo eles, só mesmo textos que falassem sobre a história da matemática. Discutir sobre a matemática era algo muito diferente, porém, que lhes agradava bastante.

Levando em consideração esses comentários, procurei selecionar alguns textos de revistas científicas que pudessem trazer a importância da matemática, relacionada com outros conhecimentos. Busquei artigos das revistas Galileu, Super Interessante e Ciência Hoje, que

tratavam de questões nas quais a matemática estava envolvida no contexto social, levando em consideração alguns critérios:

- as revistas escolhidas são conhecidas e de acesso a qualquer pessoa, estando à disposição em várias bibliotecas;
- os textos das referidas revistas possuem uma linguagem acessível e de fácil compreensão para adolescentes, jovens ou adultos;
- os textos selecionados foram aqueles que relacionavam números com o contexto sócio-cultural, trazendo principalmente informações a respeito da matemática que muitas vezes não saltavam aos olhos de antemão, ou seja, com conteúdos que relacionavam a matemática com a sociedade, com a ciência ou com a tecnologia, numa relação de interferência e interdependência, embutidas nas entrelinhas;

Os textos selecionados para essa atividade foram: “Tudo está em jogo: a fascinante teoria dos jogos usa a solidez da matemática para compreender e antecipar o insólito e imprevisível do humano”⁵⁰ (Nóbrega, 2002), “A chave de tudo”⁵¹ (Gurovitz, 2003), “Por que os acidentes acontecem”⁵² (Kenski, 2002), “Prejuízo a perder de vista”⁵³ (Ferroni, 2003), “Medidas extremas”⁵⁴ (Vomero, 2003) e “Lei de Murphy”⁵⁵ (Artoni, 2003).

⁵⁰ Explica que o objetivo da chamada Teoria dos Jogos é equacionar, por meio da matemática, os conflitos de interesse que acontecem a todo instante na sociedade, constatando que de modo geral, a tendência entre os jogadores é maximizar o ganho individual. Ressalta que nem mesmo as sociedades mais civilizadas conseguem resolver o dilema entre o pessoal e o coletivo.

⁵¹ Comenta sobre o estudo que os cientistas têm feito para encontrar a equação perfeita que possa resolver todas as questões, baseando-se na idéia de Platão quando diz que “tudo são números”. Dessa forma, o autor faz um retrospecto dos sólidos de Platão às supercordas da física atual, de maneira a justificar a possibilidade de elaborar uma equação para resolver os problemas da humanidade.

⁵² Aponta como a teoria do caos explica como um acontecimento insignificante pode se transformar numa tragédia desproporcional e de que forma as pessoas estão tentando prever e evitar essas catástrofes. Segundo o autor, o risco das tragédias pode aumentar a medida em que” aumenta a potência das fábricas, dos veículos e das máquinas”.

⁵³ Fala sobre o prejuízo de um matemático famoso, John Allen Paulos, que criando um modelo matemático a partir de sua experiência com a matemática, acreditou que poderia ganhar sempre na bolsa de valores. Por não considerar todas as variáveis presentes no processo, acabou levando prejuízo.

⁵⁴ Comenta que desde a Pré-história as medidas de espaço, volume e massa foram de tal forma incorporadas às nossas vidas que é impossível imaginarmos a civilização sem elas. Nesse sentido, a autora retoma a história de uma das medidas mais utilizadas em nossos dias “o metro”. Comenta como ele surgiu, qual foi seu objetivo e baseado em que circunstâncias era utilizado no meio sociocultural da época.

⁵⁵ Traz comentários sobre a teoria desenvolvida por Robert Matthews, da Universidade Aston, em Birmingham a chamada Lei de Murphy. De acordo com tal princípio “ se alguma coisa puder dar errado dará”, porém, segundo seu criador isso vem a ser matemática pura e não uma previsão de um destino inevitável, mas justamente uma lembrança de que, se existe a possibilidade de que algo ocorra, o dado não pode ser ignorado, a fim de se evitar uma catástrofe.

As análises e apresentações, orais e escritas sobre tais textos foram realizadas em equipes e os comentários foram resumidos no Quadro 10⁵⁶.

RESUMO DOS TRABALHOS

As equipes comentaram que em nossa sociedade vivemos coletivamente e que na maioria das vezes tendemos à satisfação pessoal. A contribuição da matemática, nesse sentido, seria através da lógica que estabelece. Ela pode indicar qual é a melhor decisão a ser tomada através de modelos matemáticos, mas, não garante que essa solução possa ser a de sucesso. Segundo os alunos, muitas vezes esquecemos que vivemos em um mundo coletivo, no qual todos estão a agir, por isso a impossibilidade de se criar um modelo único, que possa resolver todas as questões de nosso dia-a-dia. Dificilmente conseguiremos colocar dentro de um só modelo todas as variáveis necessárias para estudar todos os fenômenos. As variáveis estão em mudança contínua. Nem tudo se explica quantitativamente, pois existem coisas que estão além de nosso alcance. Nada é definitivo, nem mesmo a matemática – que se caracteriza como uma ciência exata – não é absoluta.

Reafirmam os alunos que, quando estamos envolvidos em uma determinada situação, um grande número de variáveis aparecem. As numéricas podem ser controladas, porém, as que envolvem sentimentos humanos, dificilmente serão. O ser humano em suas interações sociais é complexo e sutil. Para exemplificar essa idéia, os alunos citam o caso do PhD em matemática John Allen Paulos, que se utilizou de todos os conhecimentos e experiência matemática, pelas quais passou durante sua vida, para criar modelos matemáticos, a fim de lucrar com a bolsa de valores. Coletou dados cuidadosamente, fez análises e inferências e, no momento em que ele pensou ter todos os dados de precisava, resolveu agir. Infelizmente ele acabou perdendo todas as suas economias. O que prova que dificilmente podemos controlar todas as variáveis de um fenômeno.

Nesse sentido, os alunos ressaltam que a matemática pode ajudar a prever, porém, as incertezas existem. Quanto maior for o número de variáveis, mais complexo será o sistema. É por isso que quando envolvemos a ciência, tecnologia, matemática e sociedade, precisamos ficar atentos para, de repente, não estarmos considerando variáveis que irão privilegiar a minoria. Temos que otimizar nossos modelos, entendendo que eles são apenas ferramentas para a tomada de decisões.

Em suma, as equipes citaram a importância da relação entre CTS e matemática. Para eles, fica clara nos textos, a intenção de através da ciência matemática controlar a sociedade de forma que todos usem os mesmos padrões quantitativos. Concluem, que essa é uma maneira de formatar a sociedade em padrões matemáticos, na intenção de colaborar para que os conflitos possam diminuir, porém, nada se pode considerar como definitivo ou neutro.

QUADRO 10 – Resumo dos trabalhos de leitura e apresentação dos textos

Ao final das atividades que envolveram a leitura dos textos e análise de modelos, foi possível perceber, por parte dos alunos, o entendimento de que todo o conhecimento é socialmente construído, comprometido, interligado e que, na maioria das vezes, os conhecimentos dependem uns dos outros. Logo, o conhecimento matemático não foge a essa regra.

⁵⁶ As conclusões apresentadas resultaram em um resumo, tanto das apresentações orais, como dos trabalhos escritos pelas equipes.

Muito mais do que aprender matemática, é preciso despertar nos alunos a necessidade de interpretar, refletir e discutir sobre ela. Isso inclui a interpretação de problemas matemáticos de nossa realidade, como também textos e notícias que trazem informações nas quais a matemática se faz presente.

Os alunos demonstraram em seus comentários que por meio das discussões e exposições que faziam sobre suas idéias, a aprendizagem para eles tornou-se mais significativa, ou seja, eles comentaram que além de poderem incorporar os conceitos matemáticos, tiveram também oportunidade de discutir sobre esses conceitos, como surgiram e por que, e como são utilizados hoje em nossa sociedade. Todavia, resalto que isso exigiu também uma mudança de postura profissional, o que para mim, docente de Matemática, configurou-se em um avanço bastante significativo. Aprender a ouvir, discutir, duvidar, argumentar e aceitar a opinião do aluno é diferente de ensiná-lo a resolver problemas.

Atividade final

Com o objetivo proposto para a disciplina de Princípios Tecnológico é o de relacionar os vários conhecimentos presentes no contexto científico-tecnológico, a professora regente e eu sempre nos esforçávamos ao máximo para poder contemplá-lo. Assim, nas várias atividades que até aqui propusemos, sempre nos preocupamos em estabelecer interrelações entre as várias áreas do saber. Nesse intuito, depois das atividades de leituras, apresentações, análises escritas, filmes etc, acreditamos ser viável o desenvolvimento de um trabalho que pudesse contemplar o lado crítico-reflexivo de vários dos conhecimentos que abordamos durante nossas aulas e que estimulasse os alunos a descobrir e analisar o que as pessoas estão pensando sobre tais conhecimentos, a ciência em geral, a tecnologia e a sociedade. Dessa forma, propusemos a realização de entrevistas com pessoas dos vários níveis de ensino para que pudessem comparar suas concepções, de acordo com o grau de instrução que possuíssem. Em comum acordo com os alunos, ficou estabelecido que seriam entrevistadas quatro pessoas com Ensino Fundamental (primeiro grupo), quatro com Ensino Médio (segundo grupo) e quatro com Ensino Superior (terceiro grupo).

Cada uma das cinco equipes trabalhou em média com seis perguntas expostas no Quadro 11, fazendo um comparativo entre as respostas de seus entrevistados. Os comentários tecidos pelos alunos serão relatados no Quadro 12, porém por intermédio de uma abordagem geral de suas conclusões para evitar redundâncias.

1- O que você entende por ciência?	16-Quando você lê revista de renome, como por exemplo a “Super Interessante”, você acredita que todas as matérias científicas publicadas por ela são verdadeiras?
2- O que você entende por tecnologia?	17- Você usa eletrodomésticos? Já pensou nos desastres ambientais causados para produzir energia para que eles funcionem?
3- Quais as relações existentes entre ciência e tecnologia?	18-Você acha que todas as descobertas e feitos da ciência são revelados para a população?
4- Você acredita que ciência e tecnologia são atividades neutras, ou seja, independentes de fatores externos?	19- Você julga que a tecnologia trouxe mais benefícios ou malefícios à sociedade? Por quê?
5-Você acha que o computador é a máquina do século capaz de ajudar as pessoas em suas tarefas?	20- Você acha que a ciência e a tecnologia possuem interesses próprios ou são atividades neutras?
6- Como você vê a automação e a robotização substituindo os trabalhadores?	21- Você concorda que os cientistas podem, muitas vezes, agir em prol de seus interesses, visando ao lucro em vez do bem-estar das pessoas?
7- Você acha que os alimentos geneticamente modificados seriam a salvação para um país como o Brasil que tem problemas com a fome?	22- Você acha que a ciência e a tecnologia chegariam ao avanço de hoje sem os estudos matemáticos acumulados ao longo dos anos?
8- Os países com maior potencial tecnológico têm melhor qualidade de vida?	23- Qual é mais vantajoso: 500g de biscoito a R\$ 3,19 ou 450g de biscoito a R\$ 2,98?
9-A tecnologia resolve ou traz mais problemas?	24- Qual a interferência do conhecimento matemático no desenvolvimento tecnológico e científico?
10-Como você vê as relações ambientais frente ao contínuo desenvolvimento tecnológico?	25- O que você entende por matemática?
11-Qual seu pensamento em relação ao final das reservas de água potável no mundo?	26- Quando recebemos o resultado de um exame de sangue, por exemplo, ele é expresso numericamente e o médico toma as decisões a partir desses valores. Qual é a importância da matemática nesse sentido?
12- Você acha que a clonagem humana poderá ajudar futuramente a humanidade?	27- A matemática é usada somente para esclarecer os fenômenos e pesquisas? Poderia ela assumir outro objetivo dependendo do caso? Justifique.
13- Será que todos os produtos tecnológicos são necessários ao homem?	28- Será que as respostas matemáticas que temos para nossos estudos podem sempre ser consideradas corretas e finais, afinal foram comprovadas numericamente. Elas são realmente confiáveis?

Continuação – Quadro 11 – Questões escolhidas pelos alunos para realizar as entrevistas	
14- Você acha que todas as descobertas científicas são verdadeiras e definitivas?	29- É possível o cidadão inferir nas decisões científico-tecnológicas? Como isso seria possível?
15- Você acha que seria importante que todas as escolas, tanto as públicas, como as privadas, introduzissem em seu currículo, um conteúdo aprofundado sobre tecnologia utilizada na sociedade e os seus riscos? Se sim, em quais disciplinas você acha que esses conceitos deveriam ser introduzidos?	

QUADRO 11 – Questões escolhidas pelos alunos para realizar as entrevistas

RESUMO DOS TRABALHOS

Ao comparar as respostas das pessoas distribuídas entre os três graus de ensino, os alunos percebem que elas ficam muito próximas no Ensino Médio e Superior. Já em nível fundamental os entrevistados não conseguem elaborar conceitos mais direcionados às questões, se detendo apenas em citar exemplos. Isso ficou claro quanto às perguntas relacionadas ao que era ciência e tecnologia. Para o primeiro grupo, a concepção de ciência gira em torno de duas idéias centrais: *“uma matéria na qual aprendemos sobre o corpo humano; um estudo sobre as coisas que acontecem na natureza.”* Os entrevistados do primeiro grupo vêem a tecnologia através de exemplos como: internet, computador, máquinas diversas, eletrodomésticos, celulares, entre outros, porém sem conseguir elaborar uma idéia que expresse um conceito. O segundo e terceiro grupos vêem ciência como o estudo das coisas. Em relação à tecnologia, a comparam com evolução, progresso, qualidade de vida e aplicação dos conhecimentos científicos. Por outro lado, não deixam de destacar que tais avanços podem causar desempregos e problemas à sociedade. Contudo, os três grupos consideram que a relação estabelecida entre ciência e tecnologia é de sucesso, pois visa trazer benefícios para a humanidade.

Ao avaliar os artefatos científico-tecnológicos, os três grupos seguem a mesma linha de raciocínio, não havendo diferenças significativas entre as idéias apresentadas. O computador é considerado, de forma geral, como um recurso tecnológico que trouxe somente benefícios à humanidade, pois tem ajudado e muito o homem em suas tarefas, estudos e pesquisas. Já a automação instituída nas empresas é vista pelos dois lados: tanto facilita o trabalhador a desenvolver suas tarefas, como pode causar desempregos em massa. Dessa forma, compreendem os entrevistados que ciência e tecnologia podem resolver alguns problemas e acabar criando outros.

Nas questões referentes ao conhecimento matemático, asseveram que uma pequena parcela dos entrevistados, entre eles os de nível superior, percebem a importância da matemática no contexto social e tecnológico; ou entendem que ela é essencial no cotidiano. Para a grande maioria ela é considerada como mera ferramenta de cálculo.

Os grupos concluíram também que a maioria das pessoas tem consciência da relevante contribuição da matemática no mundo atual, porém só entendem o lado positivo. Comentam os alunos, que ela está entre nós, que nos influencia, nos dita regras e formata nossas vidas, manipulando muitas vezes os fatos que acontecem. Consideram que eles mesmos, não passam de informações e, como um todo, apenas são números em gráficos e tabelas.

Continuação – Quadro12 – Resumo dos trabalhos apresentados a partir dos textos

No que se refere às relações entre o meio ambiente, ciência e tecnologia, quando se comentam os problemas referentes com a extinção da água potável, o lixo, os alimentos transgênicos, a clonagem humana, os alunos revelam que quase a totalidade das pessoas entrevistadas não tinham conhecimento suficiente para poder opinar sobre tais questões. Revelam que conhecem aquilo que vêm na internet ou na televisão e que não buscam refletir sobre tais questões ou tampouco questionar sobre sua veracidade. Diante disso, a equipe quatro da turma 022 ressalta:

A mídia tem não apenas divulgado, mas também influenciado a opinião pública, sendo muitas vezes a maior colaboradora na formação do senso comum. A sociedade está vulnerável à manipulação, por parte dos meios de comunicação social, já que não é capaz de opinar e, muito menos, dissertar sobre temas não expostos pela mídia. As pessoas não procuram comprovar as informações, mesmo tendo muitas vezes à sua disposição bibliotecas públicas que permitem o acesso à internet e demais fontes de pesquisa. Porém, a culpa não é de todo da mídia, mas também do desinteresse das pessoas por temas que podem aprofundar conhecimentos já existentes, podendo ajudar a questionar os “porquês” que nos rodeiam.

Quanto à questão de o cidadão poder participar das decisões científico-tecnológicas que envolvem seu dia-a-dia, grande parte dos entrevistados revelou que acredita não ter capacidade para tal ação, sendo melhor que os especialistas possam fazer tais análises e tomarem as decisões por eles.

Frente a essa posição, comentam os alunos:

Se uma pequena percentagem da população, que busca sair do senso comum e da posição passiva com relação à ciência, tecnologia e a sociedade, começar a tentar uma mobilização em busca de despertar o senso crítico no restante da população, talvez este cenário de “marionetes” em que nos encontramos, possa começar a mudar. Precisamos ter “voz e vez” em decisões que envolvam nossos interesses, para não sermos mais alienados, mas sim exploradores do conhecimento.(4-022⁵⁷)

Diante disso, os alunos ressaltam a necessidade de haver uma formação crítica voltada para o enfoque CTS em todos os graus de ensino, para que as pessoas possam refletir e criticar sobre as decisões científico-tecnológicas que são tomadas em sociedade.

Complementam que se todos tivessem uma visão acerca do enfoque CTS, a sociedade se tornaria mais humana. Mesmo que voltada para o desenvolvimento técnico-científico, o homem teria uma visão de mundo diferente, pois enfatizaria mais os aspectos éticos e sociais.

Em suma, ressaltam que a educação crítica e reflexiva é a chave para a mudança de todo o mundo, pois é através do aprendizado que as pessoas adquirem consciência do mundo ao seu redor, assumem essa postura, carregam-na durante sua vida e a compartilham com outras pessoas, numa corrente que nunca termina.

QUADRO 12 – Resumo dos trabalhos apresentados a partir dos textos**Análise do questionário final**

Depois de fecharmos as atividades de discussões, análises, relatos e reflexões, ressaltando a influência que a ciência e a tecnologia exercem uma na outra e, por

⁵⁷ O primeiro número representa a equipe e o segundo número a turma a qual a equipe pertencia.

consequência, ambas exercem na sociedade, distribuimos novamente aos alunos o questionário lançado no primeiro dia de nossa experiência. Além das questões já existentes, incluímos também algumas referentes ao conhecimento matemático e outras mais que visavam aprofundar minhas análises em relação à compreensão que os alunos conseguiram ter da relação Ciência-Tecnologia-Sociedade. As questões colocadas estão dispostas no Quadro 13.

1- O que você entende por ciência?
2-O que você entende por tecnologia?
3-Que relação existe entre ciência e tecnologia? Esses saberes apresentam respostas definitivas?
4-Você acredita que nossa sociedade poderia funcionar sem tecnologia? Por quê?
5-Você poderia estabelecer alguma relação entre política, desenvolvimento econômico e desenvolvimento científico-tecnológico? Qual?
6-Você acredita que o desenvolvimento científico-tecnológico ajuda a reduzir as desigualdades sociais? Como e por quê?
7-É possível o cidadão interferir nas decisões científico-tecnológicas? Como?
8- Você acha que a ciência e a tecnologia possuem interesses próprios, ou são atividades neutras?
9- Você poderia citar alguns impactos provocados pelo avanço científico-tecnológico?
10-Os problemas causados pelo avanço científico-tecnológico têm sua solução na própria ciência e tecnologia? Como seria possível solucioná-los?
11-Para você, o que é matemática? Que influência este conhecimento exerce sobre o contexto da ciência, da tecnologia e na vida das pessoas, de forma geral?
12-O que você entende por enfoque CTS? Que contribuições ele pode trazer para nosso dia-a-dia?
13-É possível estabelecer alguma relação entre o conhecimento matemático e o enfoque CTS? Qual?

QUADRO 13 – Questões do questionário final

Do primeiro questionário para o segundo, o entendimento dos alunos sobre ciência e tecnologia sofreu um maior aprofundamento ou, melhor dizendo, uma reflexão. Suas compreensões foram além de citar que ciência é estudo e pesquisa de fenômenos que acontecem na sociedade e que ela ajuda a produzir tecnologia. Eles passaram a entender

ciência como uma construção de conhecimentos. Além disso, alguns alunos destacaram que a ciência tanto pode ser influenciada por fatores externos, como pode vir a influenciar os vários setores da sociedade, mesmo que esses não tenham vínculo direto com ela.

Quanto à concepção de tecnologia, não houve significativa mudança do primeiro para o segundo questionário. O entendimento de tecnologia como avanço, evolução e aplicação da ciência permaneceu no segundo momento, na medida em que os alunos continuaram vendo a tecnologia, em sua totalidade, como forma de aplicação dos conhecimentos científicos, apenas incluindo em muitos casos que a tecnologia é a fusão da ciência com a técnica.

Tecnologia é a união da técnica com a ciência. O avanço da tecnologia é necessário para que a ciência progrida e assim venha a aperfeiçoar as técnicas, havendo sempre uma relação de dependência entre técnicas e ciência, para que haja progresso no conhecimento. (T-021)⁵⁸.

Comentários abordando outros fatores que envolvem a ciência e a tecnologia também foram feitos, dentre eles:

Às vezes a tecnologia se apresenta falsa e enganosa. Se diz essencial, porém aprimora aparatos inúteis. Nos aprisiona e causa problemas. Ela precisa ser repensada. (J-022).

É errado o homem não refletir sobre os resultados do avanço que ele produz. (C-021).

Os alunos afirmaram, contudo, que ciência e tecnologia estão muito próximas, tornando-se difícil, muitas vezes, separá-las. Dessa maneira, cria-se uma forma de dependência de uma em relação à outra. Essa relação já foi comentada no segundo capítulo, no qual cito o surgimento do termo “tecnociência”, presente na obra de Garcia et al. (1996).

Por outro lado, citam que nem sempre a tecnologia traz benefícios para os seres humanos: pode facilitar nossa vida em certos momentos; porém, se a produção de seus artefatos e *mentefatos* não resultar de um processo crítico e reflexivo, esses poderão trazer prejuízos a toda humanidade, se não em curto prazo, talvez em um prazo mais longo. A ciência e tecnologia passam a ser vistas como produções não definitivas, nem verdades absolutas e tampouco neutras. Admitem que erros podem ocorrer, muitas vezes por causa de aparelhos imperfeitos, pela ganância, prestígio ou mesmo em benefício de outrem, por meio da interferência das pessoas no resultado final.

⁵⁸ A letra representa a inicial do nome do aluno e o número a turma à qual ele pertencia.

Nesse sentido, um aluno comenta que:

Nunca a ciência obteve resultados definitivos por uma série de fatores: desde a exatidão de suas medidas até a qualidade dos instrumentos empregados. A ciência e a tecnologia precisam ser constantemente repensadas. (C-022).

Contudo, outros argumentam que:

Tanto os motivos econômicos, quanto os sociais, fazem com que a ciência e a tecnologia passem a revelar interesses próprios, deixando de lado a capacidade que tem de informadoras e transformadoras do pensamento populacional no sentido de reduzir as diferenças sociais, visando uma melhor qualidade de vida para todos.” (E – 021).

Ao considerar que a ciência está profundamente relacionada com a tecnologia, os alunos percebem que existe uma relação profunda das duas primeiras com a política e o desenvolvimento econômico, sem porém levar em conta o desenvolvimento social. Para muitos deles, a política move-se por interesses econômicos, pois na maioria das vezes, um político irá investir naquilo que ele sabe que terá retorno. Assim, os avanços científico-tecnológicos movem-se pelas mãos daqueles que têm maior poder. Complementam que quanto mais economicamente desenvolvido for o país, maiores potenciais de investimentos ele terá em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico. Isso acaba virando um círculo vicioso, pois ciência e tecnologia geram crescimento econômico, o que ocasiona investimentos cada vez maiores em ciência e tecnologia e assim sucessivamente.

Ressaltam os respondentes que quanto mais ciência e tecnologia se têm, maiores serão as diferenças sociais, pois os ricos ficam cada vez mais ricos e os pobres mais pobres.

O progresso científico-tecnológico não garante a solução dos problemas sociais. Esse progresso tem em vista outros objetivos, os quais aumentam ainda mais as desigualdades. Resta a nós pressionarmos para que ocorra uma evolução no pensar de nossos governantes ao tratar dos assuntos científico-tecnológicos. É preciso que deixem de construir bombas, para criar cidadãos. (J-022).

Em meio aos comentários, é possível constatar que alguns alunos pensam que o grande objetivo do desenvolvimento científico-tecnológico deveria ser o de reduzir as desigualdades sociais, aproveitando esse potencial para investir em ações que pudessem favorecer um grande número de pessoas.

Quanto aos conhecimentos⁵⁹ considerados importantes no desenvolvimento da ciência e da tecnologia, o saber matemático é citado como sendo um grande propulsor do avanço científico-tecnológico de nosso mundo. Assim, os alunos ressaltam que algumas precauções têm que ser tomadas acerca de tal conhecimento, para que não se faça de seu uso uma prova absoluta de certeza.

É possível constatar que os alunos passam a perceber a matemática de uma outra maneira. A ferramenta que trazia sempre respostas exatas e corretas, passa agora a ser vista como ciência que pode influenciar e ser influenciada tanto por fatores externos como também pelas outras ciências. Sua importância é relevante não apenas na produção de novas tecnologias, mas também na avaliação e reflexão sobre a utilização desses conhecimentos tecnológicos na sociedade.

Em relação à compreensão que os alunos apresentaram sobre o enfoque CTS, pude perceber que eles conseguem interpretá-lo além de uma simples sigla. Entendem tal enfoque como uma relação de influência e interdependência entre os três componentes – ciência-tecnologia-sociedade. Além disso, reforçam que essa relação precisa ser refletida de uma forma crítica, para que haja um progresso humano e as desigualdades sejam amenizadas.

A percepção que os educandos apresentam acerca do enfoque CTS contempla a idéia de que as decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico e que venham a interferir na vida em sociedade devem ter a participação de todos os cidadãos, os quais devem interagir efetivamente na sociedade, na medida em que se sentirem em condições de construir proposições visando à solução de problemas e, ao mesmo tempo, de ter uma participação ativa. Isso engloba desde o acesso às informações a respeito de artefatos e mentefatos, até a oportunidade de discutir e opinar em prol de suas necessidades, fazendo com que o progresso ganhe novos rumos.

De forma geral, ao comparar a seqüência dos trabalhos realizados com os alunos participantes da pesquisa, pude perceber que a concepção inicial que eles tinham de ciência, tecnologia e suas relações na sociedade aproximava-se bastante da concepção que grande parte dos demais alunos possui⁶⁰. De início foi possível perceber que, para os alunos pesquisados, a ciência e a tecnologia foram criadas somente para o benefício da humanidade. Porém, no decorrer do trabalho, por meio das falas e registros escritos, pude averiguar que,

⁵⁹ Os alunos citaram também a física, química, biologia, astronomia, como importantes conhecimentos para o desenvolvimento científico-tecnológico, porém, para minhas análises interessa particularmente o conhecimento matemático.

⁶⁰ Com base nas pesquisas realizadas por Rubba e Harkness (1993, 1996); Acevedo (2001, 2004a, 2004b); Acevedo, Massanero, Alonso, Vásquez (2004a, 2004b).

quando os deixamos refletir e discutir de forma um pouco mais aprofundada sobre o assunto, eles conseguem fazer suas avaliações de uma maneira muito mais crítica.

Assim, foi possível observar a reformulação de suas concepções sobre ciência e tecnologia, como também as relações que eles conseguiram fazer desses componentes com o contexto social, do primeiro para o segundo questionário. Foi interessante verificar que as concepções foram repensadas e que os alunos conseguiram escrever de uma forma mais “solta” e mais completa: extrapolaram os simples “sim” e “não” costumeiros. Eles conseguiram perceber que todos os conhecimentos interferem de uma forma ou de outra no desenvolvimento científico-tecnológico. Compreenderam também que a matemática é uma das responsáveis por esse desenvolvimento e que ela influencia em igual valor aos demais conhecimentos no contexto social.

Em suma, os educandos reconhecem ser urgente a participação do cidadão nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico, pois estes vêm impactar diretamente no cotidiano onde vivemos. Ressaltam a necessidade de as pessoas exigirem suas participações e reconhecem que, para isso, uma educação voltada para o enfoque CTS seria um dos caminhos.

7.1.3 Avaliando com os alunos

Apesar de ter aplicado em ambas as turmas um questionário final, o que me permitiu coletar várias informações a respeito das compreensões do contexto trabalhado, percebi que ainda me faltava a avaliação do processo por parte dos alunos. Optei então por realizar entrevistas, convidando aqueles que desejassem contribuir para a avaliação da experiência. Quarenta alunos entre as duas turmas propuseram-se a colaborar, por meio de uma entrevista semi-estruturada que ocorreu após termos finalizado o ano letivo de 2003.

De forma geral, a avaliação foi bastante positiva. As atividades desenvolvidas foram consideradas dinâmicas, permitindo a tomada de decisões, exposição de idéias, opiniões e, principalmente, possibilitaram a busca de vários conhecimentos. Confessaram que essa forma de trabalho lhes causava surpresa, uma vez que sempre recebiam sem esforços, da maioria das disciplinas, os assuntos a serem trabalhados. Ressaltaram como importante para eles a relação feita entre os vários conhecimentos. Reconheceram que os professores que trabalharam com a disciplina, mesmo sendo de outras áreas (Língua Portuguesa e Matemática), não deixaram de enfatizar a importância dos demais conhecimentos, como a filosofia, física, química, entre outros. Isso fez com que buscassem informações, considerando que todos eram responsáveis e

capazes de construir o novo saber. Dessa forma, entendo que os alunos perceberam a educação como libertadora pois [...] *professores e alunos devem ser os que aprendem, devem ser os sujeitos cognitivos, apesar de serem diferentes.* (FREIRE; SHOR, 1986, p. 46).

Nesse sentido, o aprender ganhou uma nova conotação. O conhecimento não foi considerado algo pronto e transmitido somente pelo professor. O aprender se construía à medida que o aluno tinha sua curiosidade aguçada. Para tanto, Freire (1996, p. 77) afirma que [...] *aprender é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar [...].* Por esse motivo os alunos citaram constantemente que a atividade do caso simulado foi para eles uma oportunidade sem igual, pois nunca tinham tido tal oportunidade, de criar seus diálogos defendendo suas posições e tomando decisões.

Dessa forma, os alunos confessaram que a disciplina de Princípios Tecnológicos constituiu-se em uma surpresa e em um desafio. Pelo título – Princípios Tecnológicos – acreditavam que o objetivo da disciplina era visitar empresas, conhecer novas tecnologias, enfim, desenvolver ao final um artefato tecnológico. Por esse motivo, comentaram que ao iniciar as atividades, sentiram-se desmotivados em estar trabalhando com filmes, leituras, análises etc. Porém, com o andamento da experiência, acabaram por perceber que a forma de abordagem utilizada trouxe-lhes muito mais acréscimo de conhecimento, fazendo-os rever o modo de pensar e analisar a atividade humana, o que ultrapassou simplesmente a construção de um artefato ou *mentefato*. Ressaltaram que, além de terem acesso às novas tecnologias, aos feitos da ciência, tiveram oportunidade de refletir, questionar, podendo analisar os fatores externos a essas produções. Declararam, ainda, que suas visões se detinham em observar a ciência e tecnologia como a salvação para qualquer problema e que comprovaram na atividade de entrevistas que essa visão tende a ser generalizada entre a sociedade.

Os alunos reconhecem a importância de assumirem uma postura crítica ao analisar os feitos científico-tecnológicos e comentam que eles, enquanto cidadãos, têm o direito, o dever e, principalmente, a capacidade de intervir em seu cotidiano. Entendem que se é o homem que constrói o meio social no qual vive, mudanças podem ser realizadas. Argumentam que não precisamos apenas nos adaptar a essa realidade, temos que lutar por nossas decisões e escolhas, pois nada nos é dado pelo destino. Se tudo é construído, temos o direito de desconstruir, mudar e reconstruir para melhor. Esse entendimento foi despertado pelo contato com o enfoque CTS.

Além disso, os alunos perceberam também que a pesquisa científica não é ilimitada e livre. Antes mesmo de sua conclusão, são estabelecidos os fins e os sujeitos que serão

beneficiados. Dessa forma, os alunos percebem que pesquisadores não necessariamente buscam o que lhes interessa, mas o que possa vir a ser reconhecido ou economicamente lucrativo ou aquilo para que há dinheiro. É nesse sentido que percebemos serem os objetos de investigação em nossa sociedade aqueles que atendem aos interesses da classe dominante.

Dessa forma, entendem os alunos que para esse cenário sofrer modificações é preciso que cada cidadão assuma seu lado crítico, utilizando-se dos conhecimentos de que dispõe, seja num ambiente profissional ou na comunidade onde vive.

Pude perceber que os alunos encaram o enfoque CTS como uma força que os fez despertar para o mundo, abrindo-lhes os olhos para o senso crítico, encorajando-os a irem atrás de maiores informações a respeito dos fatos. São conscientizados quanto à sua capacidade de intervir no mundo, de comparar, romper, escolher, formalizar grandes ações em busca de soluções que venham a beneficiar um maior número de pessoas. O importante é sempre otimizar os resultados.

Se tivermos um pensamento mais crítico e questionador, e nisso o enfoque CTS nos ajuda bastante, passamos a participar mais intensamente da vida em sociedade. O enfoque CTS nos despertou, fazendo-nos ver como o meio nos manipula, como por exemplo a televisão. Eu vejo que o mundo cada vez mais está virando um mundo de feras, cada vez mais você tem acesso a informações que antes não tinha. Assiste às coisas e não entende, mas deixa passar. Mas o enfoque CTS nos diz para não deixar passar. Vejo que a disciplina foi bem útil nesse aspecto, porque muita coisa que a gente não entendia, nunca tinha ouvido falar ou não via o outro lado, nem pensava nos pontos negativos, hoje somos capaz de ver. (VH – 021).

Eu comecei a olhar para certos acontecimentos, certas coisas de um jeito diferente, mais crítico. Porque todo mundo pensa assim: "Ah, está acontecendo, mas não é comigo. Comigo não acontece e eu não tenho nada a ver com isso." Porém, depois que eu aprendi com o enfoque CTS, eu comecei a ver o outro. Eu posso fazer alguma coisa para que não aconteça nem comigo e nem com os outros. Foi algo que marcou bastante e mudou a minha visão. Eu leio e penso: "Ah! Poderia levar para sala e aplicar o enfoque CTS!" Eu consigo ver as aplicações. (MC – 021).

Em relação à matemática, os alunos conseguem perceber que ela assim como qualquer outro conhecimento que não é questionado e refletido, acaba por se revelar como uma linguagem de poder.

O lado da matemática de enganar as pessoas, por exemplo, nos empréstimos de dinheiro é fabuloso. Quem entende bem dessas coisas é o dominador dos negócios. Um dia recebi uma oferta de emprego que levava para esse lado e recusei, porque eu acho que é muito imoral. As pessoas se iludem e eu

odeio isso. Mas na escola ninguém nos desperta para analisar esse lado da matemática, esse poder que ela, ou quem a detém, carrega. (J – 022).

É nesse sentido que os alunos, mesmo que de forma ainda pouco elaborada, percebem que a matemática participa de forma decisiva na estruturação do debate político, o que explicita sua dimensão política na sociedade. Assim sendo, aqueles que não têm o acesso à matemática estão sujeitos ao controle e à vontade daqueles que o têm e que detêm o poder autoritário na sociedade, já que a impossibilidade de acesso significa não participar do complexo debate político, sustentado por essa ciência. Como consequência, podem-se reforçar as desigualdades sociais, racismo, discriminação sócio-econômica, entre outros problemas ou preconceitos.

Sempre temos a idéia de que a matemática é exata, que dá sempre respostas corretas e acabadas. Então foi muito interessante refletir que nada é exato. A matemática que pensávamos que era acabada não é, então nada pode ser. Foi uma base para que pudéssemos refletir. Foi bom para nosso crescimento. Seria até um incentivo para nossas profissões saber que nem tudo está acabado e pronto e que nós podemos ir lá e dar nossa contribuição. E o mais importante: nós podemos construir junto com os professores. Melhora nosso aprendizado. (JS- 021).

Essa posição vem reforçar a idéia de que quando aplicamos a matemática em situações problemas, sempre encontramos uma resposta, e apenas uma única resposta correta. Dá-se importância à resposta final, ao resultado do problema, e não à maneira com que os dados foram tratados. Se acreditarmos que o uso da matemática nos traz respostas neutras aos problemas da realidade, respostas livres de interesses sociais, políticos ou ideológicos, estamos, mais uma vez, sendo vítimas de sua *ideologia da certeza*.

Ressaltam os alunos que a experiência matemática realizada dentro de uma outra disciplina possibilitou a eles perceberem que os conhecimentos estão interligados e que a matemática, assim como qualquer outro conhecimento, participou e participa da construção das ciências, das tecnologias e, por consequência, da sociedade. Acreditam ser necessário trabalhar com a Matemática por intermédio de um diálogo com outros conhecimentos. Discutir, questionar e analisar não somente o número em si, mas todo o contexto que gerou aquele conhecimento. É nesse momento que destaco a importância de o professor saber ouvir, em vez de somente ser ouvido. Será que a matemática é ensinada em linha única? Somente um ensina/fala? Freire (1996, p. 127-128) nos chama a atenção para essas questões ao comentar:

[...] Não é falando aos outros, de cima para baixo, sobretudo, como se fossemos os portadores da verdade a ser transmitida aos demais, que aprendemos a escutar, mas é escutando que aprendemos a falar com eles. Somente quem escuta paciente e criticamente o outro, fala com ele, mesmo que, em certas condições, precise falar a ele.

Dessa forma, também enquanto se trabalha com a matemática em sala de aula é preciso desenvolver esse escutar/falar sob forma de diálogo. A matemática também pode ser colocada como conhecimento aberto, que desperta curiosidade, indagação e dúvida. Discutir sobre a matemática a torna um saber construído pela humanidade e inacabado.

Eu acho bem importante, discutir a matemática dessa forma, porque às vezes o professor diz que fulano inventou tal coisa. E que importância tem isso para sociedade? O que trouxe de bom e de ruim? Muitas coisas que, para chegarem a ser descobertas envolveram estudos, discussões e muitos entreveros. (FD -021).

Eu achei interessante isso, eu preferia estudar Matemática assim, vendo onde ela é utilizada. Porque nós, alunos, sempre temos essa curiosidade e perguntamos para o professor. Seria bom se trouxessem a matemática para nosso cotidiano. Não ficar só naquele livro, naqueles exercícios. Sempre a matemática é imposta, nunca temos oportunidade de construir o conhecimento junto com o professor. (D-021).

Em relação ao enfoque CTS, ele é mais uma vez avaliado positivamente como fator que contribui para a compreensão crítica e reflexiva dos conhecimentos, sendo de grande necessidade sua introdução no contexto da matemática, para que possa ser o guia de abordagem desse conhecimento em sala de aula.

Através do enfoque CTS nós podemos analisar a influência positiva e negativa dos vários conhecimentos. Por exemplo, no filme do Lorenzo a gente viu o lado bom da matemática, ao ser usada pelos pais para controlar a doença do filho através dos gráficos. Mas ela pode ter um lado negativo, como no filme do Ford, em que ela era usada para controlar o tempo de trabalho das pessoas. Não tem, de repente, como isolar a matemática dos demais conteúdos. Só que isso não é visto. (DAY -021)⁶¹

De forma geral, os alunos conseguem ver a possibilidade e até mesmo a necessidade de implantar o enfoque CTS em várias disciplinas, não se restringindo a apenas uma. Todas as disciplinas deveriam trabalhar no sentido de motivar os alunos a questionar seus próprios conhecimentos, de refletir quais as influências e implicações desses conhecimentos em nossa

⁶¹ Esse comentário feito pelo aluno, reforça mais uma vez a idéia já citada anteriormente, de que apesar das discussões e reflexões, ainda permanece no discurso dos alunos a idéia de relacionar a não-neutralidade científico-tecnológica com o bom ou mau uso que dos artefatos e *mentefatos* se pode fazer.

sociedade, consciente de que nada é definitivo e acabado, e que vivemos num mundo em constante transformação, ainda muito longe da “verdade absoluta”.

Essa postura crítica em relação aos conhecimentos, os alunos reconhecem estar presente no enfoque CTS. Revelam que isso deveria levar o professor a rever a sua metodologia e os alunos a reavaliarem seu compromisso de participar na construção do conhecimento.

Eu acho que se todos os professores pensassem assim iria melhorar a qualidade do ensino. A matéria é sempre jogada, não temos oportunidade de discutir. O enfoque CTS se encaixa em todas as disciplinas, pois todos os conhecimentos contribuíram na construção da ciência e da tecnologia, acho que todos devem ser questionados. (JS-021).

Nesse sentido, a educação é valorizada e os alunos vêem a escola como um local que pode contribuir para que as devidas mudanças em nossa sociedade possam acontecer. E, mais uma vez, Freire (1996, p. 126) nos aponta que *se a educação não fosse uma forma política de intervenção no mundo era indispensável que o mundo em que ela se desse não fosse humano.*

Eu acho que seria maravilhoso se houvesse uma escola que tratasse todas as disciplinas com o enfoque CTS. Seria a escola dos meus sonhos. Eu não digo de todo aluno, porque tem pessoas que não ligam para nada, acham tudo chato e que nós estamos perdendo tempo. Isso deveria iniciar no ensino primário, para haver a conexão entre os vários graus de ensino, pois assim se aprenderia de uma maneira muito mais ampla. [...]Eu acho que tirei da disciplina algo que me tornou uma pessoa crítica e vejo que esse pensamento não está tão longe de acontecer. As mudanças de pensamento estão ocorrendo de uma forma muito rápida. Nós mudamos em um ano. E, digamos assim, os paradigmas estão sendo quebrados. Isso me auxiliou bastante para a escolha da minha profissão. Eu optei por farmácia, porque quero me infiltrar no meio farmacêutico para despertar nas pessoas um pensamento diferente e uma coisa diferente, que talvez seja bem audacioso da minha parte. (J – 022).

Os alunos confessam que gostariam que toda a disciplina pudesse ser trabalhada sob a forma de caso simulado, a fim de que eles pudessem usar de toda a sua criatividade para criar personagens e definir seus diálogos. Porém, admitem que se não tivessem tido uma boa base teórica sobre a ciência, a tecnologia e suas relações na sociedade, não teriam subsídios para desenvolver a citada atividade.

De forma geral, posso considerar que a avaliação foi bastante positiva tanto por parte dos alunos como da professora regente das turmas. Pude averiguar que a proposta teve excelente receptividade. As estratégias de discussão oral e escrita que utilizamos, além de permitirem uma participação mais efetiva dos alunos, também propiciaram o desenvolvimento

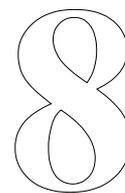
de outras habilidades, dentre as quais a criatividade, a reflexão crítica e a capacidade de argumentação que vieram à tona principalmente na atividade do caso simulado. É cada vez mais visível a necessidade de os alunos falarem, exporem suas idéias, criticarem e questionarem.

Assim sendo, além do diálogo promovido dentro da disciplina, é necessário que os conhecimentos deixem de ser trabalhados de forma estanque, sem que o vínculo entre eles e o contexto social seja ressaltado. É necessário que o trabalho conjunto e contextualizado possa acontecer, de forma a não levar o aluno a pensar que o diálogo entre os conhecimentos não existe e que um não necessita do outro.

A interdisciplinaridade e a contextualização, proporcionadas ao longo da disciplina de Princípios Tecnológicos, mostraram-se indispensáveis para que se possibilitasse aos alunos um processo de desenvolvimento de competências, capacidades e habilidades, a fim de que pudessem compreender e atuar na sociedade científico-tecnológica.

A experiência que desenvolvemos mostra claramente o quanto os alunos do Ensino Médio têm capacidade de refletir e aprender, construindo seus próprios conhecimentos. Foram capazes de criticar, posicionando-se contra ou a favor, argumentando e defendendo suas posições. Perceberam que é possível o cidadão participar ativamente das decisões que envolvem nosso entorno e que isso já começa com eles mesmos, enquanto cidadãos e, depois, enquanto profissionais-cidadãos.

Para tanto, vários alunos relevam a necessidade de o enfoque CTS ser introduzido já na escola primária, a fim de formar aos poucos um cidadão que tenha sua atenção despertada para os aspectos que envolvem o contexto científico-tecnológico e social. Consideram, também, ser o enfoque CTS de tal relevância que ultrapassa os limites de uma forma de abordagem de conteúdos em sala de aula, para se tornar uma forma de compreender e ver o mundo. Uma postura que o cidadão assume ao tratar dos problemas que envolvem o seu entorno, acompanhando-o durante toda a sua vida, quer seja em seu contexto profissional ou no ambiente onde vive.



Pelos caminhos da matemática: implementação do plano de ação

“Nunca diga às pessoas como fazer as coisas. Diga-lhes o que deve ser feito e elas surpreenderão você com sua engenhosidade.”

George Patton

O desenvolvimento do plano de ação relatado no capítulo anterior constituiu-se em um laboratório de ricas experiências, que podem ser estendidas às várias áreas presentes no currículo do Ensino Médio. Os conhecimentos que pude adquirir em tal estudo deram-me segurança e impulsionaram-me a iniciar a implementação do meu plano de ação.

Nessa fase levei também em consideração as informações que obtive dos docentes e alunos de matemática, relatadas no sexto capítulo. Por meio delas, pude perceber que uma das maiores dificuldades sentidas tanto pelos docentes quanto pelos alunos está em conseguir relacionar a matemática com o cotidiano. Por parte dos docentes, essa dificuldade não reside na sua incapacidade de criar situações problemas para instigar os alunos, mas sim na falta de uma formação voltada para tais questões, que implica no receio de que, ao desenvolver tais atividades, não haja tempo para trabalharem os conteúdos propostos no currículo.

Entre outros, os motivos citados foram os que me impulsionaram a buscar subsídios para poder não apenas propor novas metas para o ensino-aprendizagem da matemática, mas também testar novas maneiras de ensinar e aprender tal conhecimento, de forma a sugerir aos docentes caminhos possíveis de se trilhar a partir de novas concepções. Nesse sentido, busquei na Educação Matemática Crítica e na sua relação com o enfoque CTS, subsídios que pudessem ajudar-me a formular a possível proposta para aproximar o conhecimento matemático da realidade científica, tecnológica e social do aluno.

A implementação do plano de ação se deu na turma na qual eu lecionava – 1^a. série de Ensino Médio, na disciplina de Matemática. A minha primeira intenção era de realizar essa segunda experiência juntamente com um outro docente de Matemática mas, infelizmente, ninguém se mostrou disponível. Assim, eu sabia que as dificuldades seriam maiores que as presentes no pesquisa-piloto, na qual eu tinha a contribuição de um segundo profissional, para avaliar o processo e colaborar no planejamento das atividades.

O caminho percorrido para implementação do plano de ação foi árduo pelos seguintes motivos: ao contrário da disciplina de Princípios Tecnológicos, a de Matemática não tinha uma grade curricular voltada para temas que envolvessem diretamente o contexto científico-tecnológico e social; na disciplina de Matemática eu tinha competências, habilidades e conteúdos, dentre os quais tinham que brotar atividades que permitissem o enxerto do enfoque CTS, sem deixar de cumprir, porém, o currículo proposto.

Contudo, eu tinha a meu favor as atividades voltadas para a matemática, já desenvolvidas dentro da disciplina de Princípios Tecnológicos, que me auxiliaram no sentido de poder reaproveitá-las agora nessa fase, uma vez que tiveram uma avaliação positiva por

parte dos alunos. Dessa forma, por meio da modalidade do enxerto⁶² atividades foram introduzidas durante o período normal de aulas e algumas se desenvolveram como complementares e extracurriculares. Vale lembrar que os demais conhecimentos presentes no currículo da 1ª. série do Ensino Médio foram trabalhados normalmente, entre eles: Conjuntos Numéricos; Intervalos; Função; Função do 1º. Grau e inequações; Função do 2º. Grau e inequações; Domínio e imagem de funções reais; Função definida por várias sentenças; Função exponencial e logarítmica; Seqüências; Progressão aritmética e geométrica. As atividades que visavam ao enxerto com assuntos voltados para relação ciência, tecnologia, matemática e sociedade foram inseridas entre os conteúdos citados acima, conforme apresento no planejamento da disciplina no ANEXO 11.

Diante de tais questões, busquei, a partir dos conteúdos presentes no currículo da 1ª série do Ensino Médio, aproximar o conhecimento matemático do cotidiano do aluno, discutindo com eles a importância de tal conhecimento na construção de outros conhecimentos, na tecnologia, na sociedade, enfim, procurei enfatizar a matemática enquanto construção humana. Para tanto, lancei mão da Educação Matemática Crítica em sua relação com o enfoque CTS, já referenciados no segundo e terceiro capítulos, procurando por intermédio da Resolução de Problemas, História da Matemática e da Modelagem Matemática atingir os objetivos propostos para este estudo.

Ao implementar esse plano de ação, obtive um conjunto de atividades que me ofereceram elementos para avaliar o aprendizado e o desempenho dos alunos, referentes à criação de atitudes crítico-reflexivas em relação à ciência e à tecnologia. Dessa maneira, tal referencial, além de apresentar uma possibilidade de efetivar a proposta educacional vigente, vem amenizar o temido mito – tanto meu quanto o comentado nas entrevistas que realizei com outros docentes – de que certas inovações na prática pedagógica possam pôr em risco o cumprimento dos conteúdos propostos no planejamento de ensino.

8.1 As atividades

Conforme estabelecem os PCNEMs, o objetivo central do ensino de matemática é o de formar o cidadão como um indivíduo que compreenda e faça uso do referencial matemático, necessário para sua participação efetiva na sociedade científico-tecnológica em que vive. Nesse sentido, seu ensino deve proporcionar ao aluno:

⁶² Ao se utilizar a modalidade do enxerto, para se trabalhar o enfoque CTS numa determinada disciplina, não necessitamos que o tema esteja diretamente relacionado com o conteúdo da série em questão. O que se torna relevante é trazer temas que permitam discutir o envolvimento do conhecimento (em nosso caso, a matemática) com o contexto científico-tecnológico e social.

- a compreensão da matemática enquanto ciência que pode influenciar e ser influenciada pelo cotidiano;
- o saber manipular seu arsenal numérico com o devido cuidado;
- a interpretação das informações quantitativas que são transmitidas pelos meios de comunicação;
- a compreensão e avaliação das aplicações e implicações que se faz da matemática na tecnologia e a implicação desta na sociedade;
- a tomada de decisões frente aos problemas sociais nos quais a matemática possa estar envolvida.

Para tanto, o aluno precisa ter informações que muitas vezes não envolvem somente a matemática, mas a implicação que exerce em outras ciências, no campo social, podendo julgar, avaliar os custos e benefícios, tanto do ponto de vista científico-tecnológico como pela ética e valores.

Nesse sentido, percebo que introduzir atividades que contemplem o enfoque CTS no ensino da matemática não se reduz apenas a discutir sobre o papel da matemática enquanto ciência que se envolve em todos os contextos de nossa sociedade, mas também é preciso que o aluno compreenda o que é a própria ciência e a tecnologia, para poder julgar o papel da matemática. Contudo, ressalto que tal entendimento não necessita nascer de um processo complexo. O mais importante é que o aluno perceba que tanto a ciência, a tecnologia, a matemática como a sociedade são produtos da construção humana; que existe uma forte relação entre eles, resultante de fatores externos e internos e que um está a influenciar o outro, tanto positiva quanto negativamente.

Entendo que uma discussão que objetivasse delimitar as concepções de ciência, tecnologia, matemática e sociedade dispensaria algum tempo e não seria algo tão simples. Todavia, acredito que pelo menos alguns pontos tenham que ser discutidos. Por isso, apesar do pouco tempo que eu tinha para desenvolver meu projeto no Ensino Médio, decidi primeiramente aplicar na referida turma um questionário, conforme realizado no desenvolvimento do plano de ação. O objetivo desse instrumento foi de verificar quais as concepções que os alunos tinham sobre ciência, tecnologia, matemática e suas implicações no contexto social. Esses dados poderiam me ajudar a dar início às discussões com os alunos sobre o envolvimento do conhecimento matemático com o cotidiano de nossa sociedade. As questões trabalhadas estão expostas no Quadro 14.

1-O que você entende por matemática?
2-Qual é a importância da matemática para nossa sociedade?
3-Você acha que a matemática exerce alguma influência no desenvolvimento científico-tecnológico? Como ela poderia ajudar a compreender esse desenvolvimento?
4-Será que a matemática consegue dar respostas precisas para todos os problemas? Por quê?
5-Quando recebemos o resultado de um exame de sangue, por exemplo, este se expressa numericamente e o médico toma decisões a partir desses valores. Qual a influência da matemática nesse sentido?
6-Em um supermercado o pacote de biscoito que pesava 250g passou a pesar 180g. O preço sofreu assim uma redução de R\$ 1,50 para R\$1,10. Houve uma compensação justa? Justifique.
7-Quando você se depara com questões expressas numericamente, qual sua atitude: a) aceita, a matemática é exata; b) questiona; justifique a resposta.
8- A maioria das áreas de conhecimento se utiliza de modelos matemáticos para representar e estudar seus fenômenos. Estariam esses modelos sempre corretos? Qual a interferência que esses podem exercer nas respostas das pesquisas?
9-O que você entende por ciência?
10-O que você entende por tecnologia?
11-Você poderia estabelecer alguma relação entre ciência, tecnologia, matemática e sociedade?
12-A sociedade pode ser considerada responsável pelos problemas causados pela ciência e pela tecnologia? Explique.
13-Você conhece algum procedimento que permite às pessoas participarem das decisões a respeito da ciência e da tecnologia?
14-Você acha que os resultados produzidos pela ciência e pela tecnologia são verdadeiros e definitivos?

QUADRO 14 – Questionário inicial

Após a leitura das respostas discentes, foi possível agrupá-las em categorias que resultaram no Quadro 15, facilitando a sua visualização e análise.

Pergunta	Categoria	Percentual
1-O que você entende por matemática?	Ciência que estuda acertos, erros, números e dá respostas exatas.	53%
	Estudo dos números e suas relações com a sociedade.	34%
	Ferramenta que ajuda a resolver os problemas na sociedade.	13%
2-Qual é a importância da matemática para nossa sociedade?	Em tudo encontramos matemática. (Inclusive citam exemplos).	81%
	Importante para o desenvolvimento da sociedade, auxiliando na tecnologia e na evolução humana.	13%
	Para fazermos cálculos e controlar a nossa vida.	6%
3-Você acha que a matemática exerce alguma influência no desenvolvimento científico-tecnológico? Como ela poderia ajudar a compreender esse desenvolvimento?	A matemática ajuda a produzir mais ciência e mais tecnologia, pois essas dependem da matemática para realizar seus experimentos e dar certeza a eles.	100%
4-Será que a matemática consegue dar respostas precisas para todos os problemas? Por quê?	Não. Pois existem muitos elementos matemáticos que não são exatos, como o valor de π , o que não nos permite respostas exatas.	74%
	Sim, é por isso que ela é chamada de ciência exata.	26%
5-Quando recebemos o resultado de um exame de sangue, por exemplo, este se expressa numericamente e o médico toma decisões a partir desses valores. Qual a influência da matemática nesse sentido?	Ajudar a calcular a quantidade certa de remédio que o doente precisa tomar ou o tratamento que precisa seguir. Sua influência é decisiva.	100%
6-Em um supermercado o pacote de biscoito que pesava 250g passou a pesar 180g. O preço sofreu assim uma redução de R\$ 1,50 para R\$1,10. Houve uma compensação justa? Justifique.	Não foi justa. Houve um aumento, o preço deveria ser de R\$ 1,08, pois reduziu-se 28% do peso para uma redução de preço de 26,6%..	65%
	Sim. A redução do peso foi proporcional ao preço.	31%
	Não respondeu.	4%

Continuação – Quadro 15 – Categorias obtidas do questionário		
7-Quando você se depara com questões expressas numericamente, qual sua atitude: a) aceita, a matemática é exata; b) questiona; justifique a resposta.	Aceito, pois provavelmente devem estar corretas.	9%
	Questiono. É bom saber de onde veio aquele cálculo.	91%
8- A maioria das áreas de conhecimento se utiliza de modelos matemáticos para representar e estudar seus fenômenos. Estariam esses modelos sempre corretos? Qual a interferência que esses podem exercer nas respostas das pesquisas?	Nem sempre são corretos. Qualquer erro no cálculo poderá prejudicar a pesquisa	74%
	Sim, pois a matemática sempre dá respostas confiáveis.	26%
9- O que você entende por ciência?	Estudo, pesquisa de algo.	100%
10- O que você entende por tecnologia?	Avanço, evolução, desenvolvimento de novas técnicas.	46%
	Aplicação dos conhecimentos vindos da ciência.	41%
	Desenvolvimento do ser humano.	13%
11- Você poderia estabelecer alguma relação entre ciência, tecnologia, matemática e sociedade?	A ciência e a tecnologia utilizam a matemática para poder melhorar a vida em sociedade, através de pesquisas e estudos.	100%
12- A sociedade pode ser considerada responsável pelos problemas causados pela ciência e pela tecnologia? Explique.	Sim. Se não fosse pela ganância das pessoas não teríamos tantos problemas como temos hoje, pois todos somos responsáveis pela ciência e tecnologia que produzimos.	52%
	Não. Não é toda sociedade que sabe o que está acontecendo a sua volta.	13%
	Nem sempre, pois muitas vezes a sociedade nem é informada sobre o que está acontecendo.	35%
13- Você conhece algum procedimento que permite às pessoas participarem das decisões a respeito da ciência e da tecnologia?	Sim. Acho que as pesquisas de opinião pública poderiam se constituir em uma forma.	17%
	Não conheço nenhuma forma,	83%

Continuação – Quadro 15 – Categorias obtidas do questionário		
14- Você acha que os resultados produzidos pela ciência e pela tecnologia são verdadeiros e definitivos?	São verdadeiros, mas não definitivos.	9%
	Não. Sempre haverá coisas novas para se descobrir e substituir as existentes.	70%
	Alguns são mais duradouros que outros, como algumas vacinas, algumas leis.	21%

QUADRO 15 – Categorias obtidas do questionário

Após ter realizado uma pré-leitura das colocações apontadas pelos alunos no questionário, percebi haver importantes questões a serem discutidas. Dessa forma, optei por levar na aula seguinte algumas delas para discutir com os alunos. A que causou maior polêmica foi esta: seria a matemática uma ciência ou não? O que seria, então? Para a grande maioria ela se constitui em uma ciência, porque segue regras e métodos para chegar ao conhecimento. Para poucos ela é uma ferramenta, pois é usada em outras ciências e na própria tecnologia. Além disso, propus algumas provocações: seria possível interferirmos nos resultados que a matemática apresenta? Seria ela uma atividade neutra? A matemática fornece resultados precisos ou exatos? Até que ponto os dados quantitativos superam os qualitativos?

Ao longo de todo o ano letivo, muitas das questões expostas no questionário foram retomadas e, na medida em que eram discutidas, eu percebia o crescimento dos alunos e o aprofundamento com que eles passaram a tratar tais questões, uma vez que os níveis das argumentações eram cada vez mais reflexivos e críticos.

O debate⁶³ promovido a partir das respostas às questões do questionário fez também com que os alunos se conhecessem melhor, rompendo com o tradicional início das aulas, quando o professor apresenta o programa, a bibliografia e já inicia com o ensino do conteúdo. Criou-se um clima favorável, permitindo que todos tivessem a oportunidade de ouvir e falar.

Iniciando pela história

Tendo os dados relativos às concepções dos alunos em relação à matemática, ciência, tecnologia e suas relações com a sociedade, acreditei ser pertinente incluir no ensino de matemática atividades que pudessem evidenciar o conhecimento matemático enquanto ciência, de forma a ressaltar a sua contextualização sócio-histórica. Penso que ao se caminhar

⁶³ Devido ao conteúdo que algumas atividades tinham, optei por registrar os dados nelas coletados por meio da filmagem para depois podê-los analisar. Desde o início das atividades os pais dos alunos foram consultados e registraram por escrito a autorização para as gravações.

nessa direção, destaca-se um importante objetivo que relaciona o enfoque CTS com o ensino de matemática – o de compreender a ciência como atividade resultante de um processo de construção humana. Assim compreendida, a matemática poderá ser evidenciada como ciência que contribui na construção das demais ciências e da própria tecnologia.

Assim sendo, vejo que trabalhar com os alunos uma história da matemática descontextualizada dos demais conhecimentos e da sociedade na qual ela está presente, com os quais está envolvida, não mostra seu sentido, influência e importância para a humanidade. Ao se desenvolverem atividades nas quais a história da matemática está presente, é preciso que elas enfoquem as necessidades externas e/ou internas que estiveram na base de sua origem e transformação. Que efetivem o papel do conhecimento matemático como auxiliar na promoção de uma aprendizagem significativa, na qual o aluno possa perceber o envolvimento dos conhecimentos e sua construção social.

Nesse entendimento, penso ser importante que os alunos possam identificar a matemática no contexto geral da história da ciência, de forma a verificar suas relações com os demais conhecimentos.

Dessa forma, encaminhei os alunos para que realizassem a leitura do livro “A ciência através dos tempos”, de Ático Chassot, porém com um objetivo diferente daquele proposto na disciplina de Princípios Tecnológicos.

A ciência através dos tempos



O conteúdo desse livro traz uma análise sobre o saber dos diversos povos da Antiguidade, mesclando-o a práticas mágicas e esotéricas. Além disso, ressalta o caráter racional do pensamento grego e o pragmatismo dos romanos, evoluindo para a Idade Média, com a ciência chinesa, hindu, árabe e com a influência dos mosteiros cristãos e das universidades medievais na construção do saber. É abordada a civilização inca pré-colombiana, para então tratar da Revolução Científica na Idade Moderna, o que trouxe para ciência novos objetivos e conquistas. Contempla os feitos dos pesquisadores e o nascimento das ciências modernas e contemporâneas. Discute também a questão dos valores cognitivos e éticos da ciência, diante da ampliação do poder humano de compreender e transformar a realidade.

Autor: Ático Chassot
Editora: Moderna
Ano: 1994

Solicitei que eles se reunissem em grupos, entre os quais foram divididos os doze capítulos do livro para que apresentassem oralmente de acordo com a proposta:

- a) Escrever uma análise crítica colocando os avanços científicos e tecnológicos referente aos capítulos lidos e a importância de tais avanços para a humanidade, dando um destaque para as descobertas matemáticas.
- b) Fazer uma pesquisa complementar, principalmente sobre a matemática, a ciência e a tecnologia de cada época, para que a atividade proposta (análise crítica) não fique restrita ao conteúdo do livro.

A conclusão geral a que os alunos chegaram foi de que o mundo de hoje e sempre dependeu e depende fundamentalmente da matemática, desde as mais simples expressões de cálculo até o conhecimento das ondas eletromagnéticas, que revolucionaram a tecnologia da informação por meio do televisor, da telefonia, que via satélite liga os mais variados pontos do nosso planeta, entre outros importantes artefatos e *mentefatos*. Todas essas descobertas tiveram seu primeiro aporte na teoria matemática, descobrindo-se mais tarde e, com sucesso a sua existência física. Citaram também a sua importância na computação, que grande contribuição tem dado aos mais variados campos profissionais, favorecendo muitas descobertas científicas e tecnológicas.

Os alunos comentaram também que o homem, em sua necessidade de entender a natureza e dominá-la, foi levado à observação e ao estudo de diversos fenômenos, descobrindo suas causas, efeitos e fazendo previsões por intermédio da matematização. Os resultados desses experimentos foram se acumulando século após século e constituem o que hoje entendemos por ciência. Já a tecnologia que hoje temos e que utilizamos em todos os setores de nossa sociedade, comentam os alunos, teve seu início há muito tempo, partindo da antiga *techné*⁶⁴.

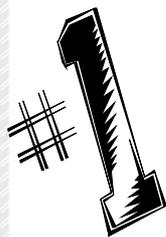
Nessa linha de pensamento, ressaltaram os educando que uma das grandes contribuições da matemática para com a ciência e a sociedade ocorreu durante a Revolução Científica, que compreendeu os séculos XVI, XVII, XVIII. Foi nesse período que, por meio da matemática, pôde-se contar com novos recursos de eficácia operativa, os quais assumiram uma nova situação de necessidade para a ciência, para a tecnologia e para a humanidade de forma geral.

Contudo, o que percebi é que ainda os comentários dos alunos se detiveram em contemplar o conhecimento matemático, não surgindo em nenhum momento algum tipo de crítica ou reflexão.

⁶⁴ De acordo com Heródoto (484-425 a.C.), as primeiras medidas surgiram no Egito, na época do Faraó Sesostri, provavelmente no terceiro milênio antes de Cristo. O Faraó determinou que funcionários medissem as terras arrendadas aos súditos todo ano, de forma a calcular o preço devido. Foi a partir daí que surgiu na Grécia o que se chamou de "*techné*", juntamente com os primeiros engenheiros e agrimensores.

Continuando na história

Visando ainda a dar continuidade a uma visão histórica da matemática, a fim de poder situar os alunos frente aos acontecimentos a que a matemática esteve e está envolvida, antes de introduzir o primeiro conteúdo do planejamento curricular (conjuntos numéricos), pensei ser oportuno trabalhar com os alunos um pouco da história dos números, seu surgimento e sua influência em nossa sociedade. Para tal atividade, busquei subsídios no livro “Antropologia dos números: significado social, histórico e cultural”, de Iran Abreu Mendes. Tal bibliografia foi desenvolvida de forma que a parte inicial, que falava sobre os aspectos sócio-cognitivos e culturais dos números, teve sua leitura feita por toda a classe e discutida posteriormente. Já os capítulos que expressavam os aspectos históricos dos números para os povos sumérios, egípcios, fenícios, hebreus, romanos, gregos, chineses, incas, maias e astecas foram apresentados pelos grupos formados pelos alunos da classe.

**Antropologia dos números: significado social, histórico e cultural**

Nesse livro é abordada a história dos números em seu surgimento entre os vários povos de nosso planeta. Relata o número como uma necessidade e esforço que os povos sempre tiveram em se comunicar e expressar o seu pensamento, o que estabelece uma íntima relação entre a matemática e a escrita. A matemática como linguagem, revelada através do número, se mostra muitas vezes uma forma mística e de poder para aqueles que a detinham, gerando modelos para controle dos menos favorecidos.

Autor: Iran Abreu Mendes
Editora da UNESP
Ano: 2003

Entre os comentários feitos, tanto no debate geral como nas apresentações dos grupos, foi possível identificar a percepção que os alunos tiveram sobre o poder atribuído àquelas pessoas que detinham o conhecimento sobre os números. Comentaram que:

O saber matemático era privilégio apenas de poucos iluminados, como feiticeiros e sacerdotes, os quais previam o futuro, determinavam fatos, planejavam ações, muitas vezes de forma oculta, não permitindo que as outras pessoas tivessem acesso ao método que utilizavam. (JM⁶⁵).

⁶⁵ A sigla representa as iniciais do nome do aluno.

Nesse sentido, os alunos consideram que a matemática, desde os seus primórdios tempos serviu como instrumento de beneficiamento individual para aquelas pessoas que conheciam sua simbologia e sabiam como aplicá-la, visando sempre ao lucro.

Na continuidade, ressaltaram também que os números tiveram sua hegemonia evidenciada a partir do momento em que foram associados às unidades monetárias, representando a dimensão quantitativa do patrimônio financeiro da sociedade, uma vez que a economia, a indústria, a tecnologia, a política e muitas outras atividades sociais são estruturadas e funcionam apoiadas nos fundamentos numéricos.

Dessa forma, os alunos entendem que qualquer acontecimento, por mais simples que seja, está forçosamente vinculado a uma composição numérica que o representa. O ser humano é considerado um número para a sociedade na qual vive, pois a partir do seu nascimento sua classificação é numérica, indo desde a certidão de nascimento, carteira de identidade, CPF, registro civil, imposto de renda, carteira de motorista, entre outros, até a certidão de óbito. Somos identificados pelo número de nossos documentos. Com isso, a aplicação dos princípios numéricos nas atividades sociais estabelece uma relação que possibilita a criação de modelos que passam a representar tais relações. Por essa razão, a matemática consegue reger muitos dos fenômenos que ocorrem na sociedade, o que por vezes estabelece previsões para a natureza, a cultura, entre outros.

Sendo assim, os alunos concluíram que a matemática, de forma geral, fez gerar a necessidade de as pessoas quantificarem, ordenarem suas atividades que ocorrem ao longo dos anos, dias, meses, estimulando sempre um pensamento numérico, sobretudo para controlar os fenômenos cotidianos. Na seqüência, após as atividades de leitura, apresentação e debate que permitiram a eles conhecerem um pouco da história sobre o surgimento e evolução dos números, dei início ao estudo dos conjuntos numéricos, enfatizando a importância de cada um deles ao auxiliar o homem em suas necessidades do dia-a-dia.

Tomei o cuidado de sempre solicitar aos alunos, após a introdução de cada conteúdo, que trouxessem para aula seguinte alguma aplicação do referido assunto em nossa sociedade. Em relação aos conjuntos, intervalos e suas operações, eles trouxeram como exemplos os exames médicos e demonstraram perceber que estes são apresentados por meio de intervalos numéricos. Tais intervalos estabelecem os níveis de segurança, dentre os quais alguns componentes presentes em nosso corpo deverão estar para que estejamos bem de saúde.

Nesse sentido, antes de iniciar qualquer conteúdo novo com os alunos, eu procurava sempre trazer uma questão problema que permitisse desafiá-los, oferecendo-lhes a oportunidade de pensar sobre a questão e propor a sua resolução. Conforme comentei no

terceiro capítulo, o uso da Resolução de Problemas como forma de trabalhar os conteúdos faz com que a matemática possa ir além de algo “pronto”: ela passa a ser considerada como um processo dinâmico de conhecimento, com avanços e retrocessos, dúvidas e suspeitas, possibilidades múltiplas e potencialidades inexploradas. Assim, se colocamos os alunos diante de um problema que envolva o conteúdo com o qual ainda iremos trabalhar, isso irá permitir a eles que, ao encontrar a solução, tenham os fundamentos necessários para compreensão do assunto em questão e para saber por que ele é o indicado para resolver aquela situação. Se apresentamos aos alunos uma situação nova, de questões para as quais eles não têm uma resposta imediata, isso lhes permite re-organizar os conhecimentos de que dispõem, re-dimensionando-os, tentando novas combinações, avaliando-as criticamente, enfim, encarando o novo que lhes chega e respondendo com o novo que criam ou re-criam.

Atividades coringa

O enfoque CTS tem como um dos seus objetivos na educação o de desmistificar a visão de neutralidade e infalibilidade científica, a qual é passada ao cidadão como se somente os especialistas pudessem resolver os problemas gerais da humanidade, cabendo ao cidadão aceitar o que aqueles decidirem como melhor para sua vida. Assim, educar para uma atitude cidadã é proporcionar aos educandos momentos nos quais eles possam vivenciar o conhecimento (que, em nosso caso, é o matemático), de forma a não mitificá-lo, pois se o cidadão não conhece, irá delegar sua capacidade de decisão para outros que o conhecem e, assim, correrá o risco de ser prejudicado. É nesse sentido que a Educação Matemática Crítica, apoiada no enfoque CTS, sustenta-se na necessidade de o ensino de matemática abranger a dimensão crítica do conhecimento, evidenciando seu papel nas relações de poder. Ser crítico significa dirigir a atenção para uma situação crítica, identificá-la, tentar abarcá-la, compreendê-la e reagir a ela. (SKOVSMOSE, 1988)

Com vistas a promover aos alunos oportunidades de desenvolverem uma consciência crítica, inseri nas aulas as atividades que denominei de coringa⁶⁶. Considero ser fundamental a presença do professor na função de propor novos questionamentos ou desafios, visando à compreensão e à construção dos conhecimentos, preservando a liberdade, no sentido de promover o desenvolvimento da aprendizagem a partir das respostas diversas, bem como transformando erros em fontes de novas elaborações. As atividades coringa tiveram o

⁶⁶ Tais atividades eram avaliadas levando-se em conta a resolução da questão, como também a descrição que o aluno fazia sobre a relação do conhecimento matemático com o contexto social. Recebeu o nome de atividade coringa por poder substituir uma questão da prova, assim como a carta de baralho que representa o coringa tem a função de substituir cartas em alguns jogos.

objetivo de deixar transparecer o conhecimento matemático conforme as necessidades colocadas anteriormente. Eu não esperava que os alunos pudessem fazer, a partir de tais atividades, uma análise complexa sobre as questões que elas envolviam. Mas, certamente, nelas estavam embutidas possibilidades com algum nível de questionamento, inclusive. E, principalmente, imbuídas da *ideologia da certeza*.

Tais atividades foram propostas pelo menos uma vez a cada bimestre e se caracterizam na resolução de situações que envolviam a matemática e a sociedade, de forma a sempre deixar destacada a influência que a matemática estaria exercendo como ciência ao formatar a realidade. Para essas atividades, os alunos não tinham nenhuma fórmula definida, eles partiam dos conhecimentos que até então haviam adquirido e teriam que relatar a forma como resolveram a situação-problema e a conclusão a que chegaram.

Para selecionar tais questões, busquei maior ênfase nas perguntas por elas feitas, de maneira a poder confundir os alunos na hora da resolução, ou seja, a usar o poder atribuído de argumentação e persuasão que a matemática tem quando faz uma afirmação ao encerrar uma questão.

Os CD's

Uma revenda de CDs colocou à venda 30 CDs antigos de rock ao preço de dois por R\$10,00 e outros 30 ao preço de três por R\$ 10,00. Os 30 CDs do lote de dois por R\$ 10,00 renderam no final do dia R\$ 150,00, enquanto que os do outro lote renderam R\$ 100,00. No total foram R\$ 250,00.

No dia seguinte o gerente da loja colocou mais 60 CDs sobre o balcão.

Empregado: para que separá-los? Se vendo 30 à razão de dois por R\$ 10,00 e outros 30 à razão de três por R\$ 10,00, por que não colocar todos no mesmo monte e vendê-los em lotes de cinco por R\$ 20,00? É a mesma coisa!

Encerrado o dia, verificou-se que todos os 60 CDs haviam sido vendidos ao preço de cinco por R\$ 20,00. Todavia, quando o gerente contou o dinheiro, descobriu que os resultados da venda eram de R\$ 240,00 e não R\$ 250,00. Que será que aconteceu com os R\$ 10,00? O empregado pegou para ele? O empregado deu troco errado?

Adaptado de: GARDNER, Martin. Ah, Apanhei-te!

É possível verificar nessa questão que a pergunta já procura levar a uma resposta antes mesmo da resolução. Porém, ao equacionar a questão percebe-se que nos CDs que custam dois por R\$10,00 a média de preço é de R\$ 5,00 cada um; e nos que custam três por R\$10,00, a média é de R\$ 3,3333..... cada um, ou seja, uma dízima periódica. Fazendo ainda uma média entre os valores dos dois tipos de CDs, teríamos o preço de aproximadamente R\$

4,165..... cada um. Ao se vender cinco CDs por R\$20,00 reais, a média de preço de cada um deles passa a ser de R\$4,00, ou seja, há uma redução no valor em R\$ 0,165... que multiplicado por 60 CDs, ficaria com uma diferença de R\$ 9,99, perto de R\$10,00. Como é possível verificar, o que houve foi uma redução no preço dos CDs, pois os valores unitários iniciais não eram iguais.

Os 35 Camelos

Dois homens viajavam pelo deserto em um camelo, quando encontraram três irmãos brigando por uma herança de 35 camelos. O mais velho precisava receber a metade da herança, isto é, 17,5 camelos. O segundo deveria receber um terço, ou seja, 11 camelos e dois terços. O terceiro, por fim, deveria ficar com um nono de tudo, ou seja, três camelos e oito nonos. Como seria feito, sendo que nenhum queria ficar com o prejuízo?

Chegou-se à seguinte conclusão: Foi posto o camelo dos dois homens junto aos outros, e então ficaram com 36 camelos no total e não mais 35. A divisão feita foi a seguinte: o mais velho recebeu 18 camelos (metade de 36), o do meio, 12 (um terço), e o mais moço ficou com 4 (um nono do total). Todos eles saíram satisfeitos, pois ganharam mais do que o previsto. Mas... $18+12+4=34$, e não 36, como havia antes. Com isso os dois homens ainda conseguiram mais um camelo para viajar cada um em um. Comente o resultado.

TAHAN, Malba. O homem que calculava

A questão central para resolver esse problema é perceber que da soma das partes não resulta o todo. Se somarmos $17\frac{1}{2} + 11\frac{2}{3} + 3\frac{8}{9} = 33\frac{1}{18}$, ou seja, há uma sobra de um camelo e $\frac{17}{18}(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{9})$ de camelo. A soma não fecha o número 35. Para que os três irmãos recebessem quantias inteiras seria necessário adicionar $\frac{1}{2}$ ao primeiro herdeiro, que receberia 18 camelos; $\frac{1}{3}$ ao segundo herdeiro, que receberia 12 camelos; e $\frac{1}{9}$ ao terceiro herdeiro, que receberia 4 camelos. Observemos que mesmo consumidas com este aumento, as três pequenas sobras, ainda há um camelo fora da partilha. Porém, aumentando-se em um camelo o total (36) seria um número divisível por 2, 3, 9, resultando em números inteiros. Contudo, em vez de sobrar um camelo, ficariam sobrando dois: aquele adicionado ao todo e um que já estava sobrando. Nesse caso, a esperteza do viajante resultou para ele um pequeno lucro. No entanto, a intenção em princípio seria a de tornar a divisão em números inteiros. Ou não seria?

Cadê o um real

Três amigos foram comer num restaurante e no final a conta deu R\$30,00. Fizeram o seguinte: cada um deu R\$10,00. O garçom levou o dinheiro até o caixa e o dono do restaurante disse o seguinte:

- *“Esses três são clientes antigos do restaurante, então vou devolver R\$5,00 para eles...”*

E entregou ao garçom cinco notas de R\$1,00. O garçom, muito esperto, fez o seguinte: pegou R\$2,00 para ele e deu R\$1,00 para cada um dos amigos. No final cada um dos amigos pagou o seguinte:

$$R\$10,00 - R\$1,00 \text{ que foi devolvido} = R\$9,00.$$

Logo, se cada um de nós gastou R\$ 9,00, o que nós três gastamos juntos, foi R\$ 27,00. E se o garçom pegou R\$2,00 para ele, temos:

Nós: R\$27,00

Garçom: R\$2,00

TOTAL: R\$29,00

Pergunta-se: onde foi parar o outro R\$1,00???

www.somatematica.com.br

Há um erro no enunciado no problema, visto que ele propõe subtrair R\$1,00 de cada amigo para depois somar os novos valores e chegar aos R\$30,00 iniciais. Ora, o que interessa não é a soma do que sobrou para cada um, mas sim onde estão os R\$30,00 iniciais! Vejamos:

R\$25,00 estão com o dono do restaurante;

R\$2,00 estão com o garçom;

R\$3,00 estão com os amigos;

$$R\$25,00 + R\$2,00 + R\$3,00 = R\$30,00.$$

Se o dono do restaurante deu R\$5,00 de desconto, a conta final foi de R\$25,00. Então R\$25,00 dividido por 3 = R\$8,3333 para cada amigo. Como cada um deles recebeu R\$1,00 de volta, temos:

$$R\$8,3333 + R\$1,00 = R\$9,3333.$$

$$R\$9,3333 \times 3 = R\$28,00$$

$$R\$28,00 + R\$2,00 \text{ (do garçom)} = \mathbf{R\$30,00}$$

Somar é igual a multiplicar?

Um rapaz entrou no bar do Seu Manoel e pediu uma esfirra, um saco de salgadinhos, um refrigerante e um doce.

Manoel tira o lápis de trás da orelha, escreve o preço em um pedaço de papel e entrega ao rapaz, que fica furioso:

- O senhor multiplicou o preço das coisas que comprei! Deveria somá-los!

O dono do bar pega de volta o papel, dá uma boa olhada e o devolve ao freguês, dizendo:

Se eu tivesse somado os preços, o resultado seria o mesmo.

A conta deu R\$7,11. Quanto custou cada item?

Adaptado de: www.somatematica.com.br

Esse problema foi lançado para os alunos logo após termos trabalhado com as equações do segundo grau, uma vez que comumente não se trabalham as aplicações de tais equações por falta de opções. Esse tipo de problema seria uma opção, pois envolve o contexto sócio-cultural do aluno.

Temos no problema, um sistema envolvendo quatro variáveis (esfirra, saco de salgadinhos, refrigerante e doce). Porém, temos apenas duas equações:

$$a+b+c+d = 7,11$$

$$a.b.c.d = 7,11$$

Para resolver o problema, o jeito é determinar o preço de dois itens, e depois calcular os outros dois. Por exemplo, vamos determinar que a esfirra custa R\$1,50 e o saco de salgadinhos custa R\$1,25. Então teríamos um sistema fácil de resolver:

$$1,50+1,25+c+d = 7,11$$

$$1,50.1,25.c.d = 7,11$$

Isolando o c na primeira equação temos:

$$c = 7,11-1,50-1,25-d$$

$$c = 4,36 - d$$

Substituindo-a na segunda equação, temos:

$$1,50.1,25.(4,36-d).d = 7,11$$

$$-1,875d^2 + 8,175d - 7,11 = 0$$

$$d=1,20 \text{ ou } d=3,16$$

Usando $d=1,20$, achamos o valor de c:

$$c = 4,36 - 1,20 = 3,16$$

Portanto, um conjunto de valores possíveis para os itens são:

Esfirra: R\$1,50

Salgadinhos: R\$1,25

Refrigerante: R\$3,16

Doce: R\$1,20

2 é igual a 1???

Vamos verificar:

Sejam a e b pertencentes aos reais, sendo a e b diferentes de zero. Suponhamos que $a = b$.

Então, se $a=b$, multiplicando os dois lados da igualdade por a temos: $a^2 = ab$

Subtraindo b^2 dos dois lados da igualdade temos:

$$a^2 - b^2 = ab - b^2$$

Sabemos (fatoração), que $a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$. Logo: $(a + b)(a - b) = ab - b^2$

Colocando b em evidência do lado direito temos: $(a + b)(a - b) = b(a - b)$

Dividindo ambos os lados por $(a-b)$ temos: $a + b = b$

Como no início dissemos que $a = b$, então no lugar de a eu posso colocar b : $b + b = b$

Portanto $2b = b$. Dividindo ambos os lados por b finalmente chegamos a conclusão:

$$2 = 1$$

Conteste ou aceite!

www.somatematica.com.br

Esse problema envolve um absurdo matemático, que se for explicado de forma argumentativa aos alunos, pode levá-los a crer que ele é verdadeiro.

Essa demonstração chega a uma etapa, onde temos:

$$(a + b)(a - b) = b(a - b)$$

Segundo a demonstração, a próxima etapa seria:

Dividimos ambos os lados por $(a - b)$.

Aí está o erro!

No início supomos que $a=b$; portanto, temos que $a - b = 0$.

Divisão por zero não existe!

4 é igual a 6?

Começamos com a seguinte igualdade: $-24 = -24$

Escrevemos o número -24 em duas formas diferentes: $16 - 40 = 36 - 60$

Os números 16, 40, 36 e 60 podem ser escritos da seguinte forma:

$$4 \times 4 - 2 \times 4 \times 5 = 6 \times 6 - 2 \times 6 \times 5$$

Podemos somar 25 nos dois lados da equação sem a alterar:

$$4 \times 4 - 2 \times 4 \times 5 + 5 \times 5 = 6 \times 6 - 2 \times 6 \times 5 + 5 \times 5$$

Agora vemos que tanto no lado esquerdo como no lado direito temos um binômio ao quadrado (o primeiro termo ao quadrado, menos duas vezes o produto dos dois termos mais o quadrado do segundo)

$$(4 - 5)^2 = (6 - 5)^2$$

Eliminando o quadrado nos dois lados da equação, temos: $4 - 5 = 6 - 5$

Finalmente, somando 5 nos dois lados, obtemos o resultado:

$$4 = 6$$

Conteste ou aceite!

www.somatematica.com.br

Temos outro tipo de problema que se caracteriza por um erro conceitual. Nessa demonstração, chega uma etapa onde temos:

$$(4 - 5)^2 = (6 - 5)^2$$

Segundo a demonstração, a próxima etapa é:

Tirar a raiz quadrada de ambos os lados, obtendo:

$$4 - 5 = 6 - 5$$

Aí está o erro!

Está errado porque a **raiz quadrada** de um número **elevado ao quadrado** é igual ao **módulo** desse número. Então o correto seria:

$$|4 - 5| = |6 - 5|$$

$$|-1| = |1|$$

$$1 = 1$$

Como foi possível perceber, os quatro primeiros problemas eram passíveis de resolução e resposta, sendo resolvidos e acordados os resultados, porém os dois últimos caracterizavam erros conceituais. Contudo, tais erros poderiam ser imperceptíveis, se fossem explicados por alguém que argumentasse sobre eles. Os dois últimos problemas foram caracterizados por conteúdos presentes na série na qual os alunos se encontravam, porém nenhum deles conseguiu perceber tal erro. Isso mostra a facilidade que temos de, por intermédio da matemática, podermos persuadir as pessoas com resultados absurdos. As pessoas podem até duvidar da resposta, no entanto, sem forças de argumentação se vêem obrigadas a aceitá-la. Tal fato ocorre bastante na economia de nosso país, uma vez que não conhecendo ou não percebendo como os cálculos de juros são efetuados, podemos ser rotineiramente persuadidos por aqueles que conhecem melhor e abusam de tais cálculos.

Uma outra questão que também levei para discutir com os alunos foi a que Davis e Hersh (1998) chamam de “matemática retórica”, que se caracteriza como um dos sentidos da retórica, que quer dizer “verbosidade vazia ou ofuscação presunçosa”. Pode-se dizer que, segundo os autores, essa é uma matemática vinda do atrevimento acadêmico, apresentando-se como matemática aplicada; porém, não é passível de confirmação mediante o confronto com a realidade. Para exemplificar, apresentei aos alunos modelos que determinam conceitos políticos e sociais:

$$\frac{\text{mobilização social}}{\text{desenvolvimento econômico}} = \text{frustração social (a/b=c)}.$$

$$\frac{\text{frustração social}}{\text{oportunidades de mobilização}} = \text{participação política (c/d= e)}$$

$$\frac{\text{participação política}}{\text{institucionalização política}} = \text{instabilidade política (e/f = g)}$$

(DAVIS e HERSH, 1998, p. 67)

Diante do exemplo, os alunos perceberam ser um pouco duvidoso conseguir medir as variáveis a,b,c ou d. Quais seriam suas unidades de medida? Segundo Davis e Hersh (1998, p. 68):

O que se pode fazer é utilizar a álgebra: “ $a = bc = bde = bdfg$. Assim, a mobilização social é igual ao desenvolvimento econômico multiplicado pelas oportunidades de mobilização, multiplicado pela institucionalização política, multiplicado pela instabilidade política.

O que isso significa para a grande parte das pessoas? É viável para nossa realidade ou se constitui apenas numa verbosidade vazia?

Todas as atividades coringas eram posteriormente discutidas com os alunos, a fim de verificar como, por meio da matemática, podemos enganar as pessoas e sermos também enganados. Nessas circunstâncias é que a alfabetização matemática se faz fator imprescindível na vida das pessoas. Skovsmose (2001a, p. 32) reforça a idéia comentando que a matemática funciona [...] *como a mais significativa introdução à sociedade tecnológica. É uma introdução que tanto dota os estudantes com habilidades técnicas relevantes, quanto dota com atitude "funcional" em relação à sociedade tecnológica.*

Nesse sentido, os alunos continuamente ressaltavam que é preciso entender que a matemática é muito mais do que um amontoado de fórmulas com resultados exatos. Para eles, na matemática é preciso discutir os temas que a caracterizam como objeto de leitura, crítica e reflexão.

Assim, as reflexões feitas com os alunos, acerca de um problema, voltavam-se sempre para a análise dos cálculos, conferindo se eles foram feitos corretamente, a fim de verificar se o resultado poderia ser confiável ou não. Isso os levava a refletir se foram utilizados os algoritmos corretos e se, de fato, a resposta obtida era aquela que se adequava ou era confiável ao fato com o qual estávamos trabalhando e se ela atendia ao objetivo que tínhamos em mente. Dessa maneira, começamos a atacar com os alunos a dicotomia verdadeiro-falso e analisar o papel da matemática não somente enquanto ferramenta, mas como fator determinante no contexto científico-tecnológico.

Questões propostas

Considero que a Educação Matemática não deve apenas auxiliar os alunos a aprender como se operam os algoritmos e suas técnicas, mas, sobretudo, deve possibilitar-lhes a reflexão e a crítica sobre como essas formas de conhecimento e técnicas devem ser trazidas para a realidade, visando à ação do aluno. Isso faz com que o aluno possa, ao se envolver com problemas da realidade, testar a confiabilidade e responsabilidade do conhecimento matemático para com as questões de nosso dia-a-dia, além de estar trazendo para o contexto da matemática a contextualização.

Com esse intuito, introduzi durante o ano letivo algumas questões que não eram direcionadas a nenhum conteúdo em especial, mas que exigiam muitos dos conhecimentos que os alunos já haviam adquirido até então. Tais questões, que são apresentadas a seguir, foram retiradas dos exames do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) relativos aos anos de 2002 e 2003. Com muita propriedade, elas conseguem estabelecer uma relação com os vários conhecimentos, o que permitiu aos alunos buscarem outros conhecimento para podê-las resolver. As questões propostas aos alunos são apresentadas a seguir.

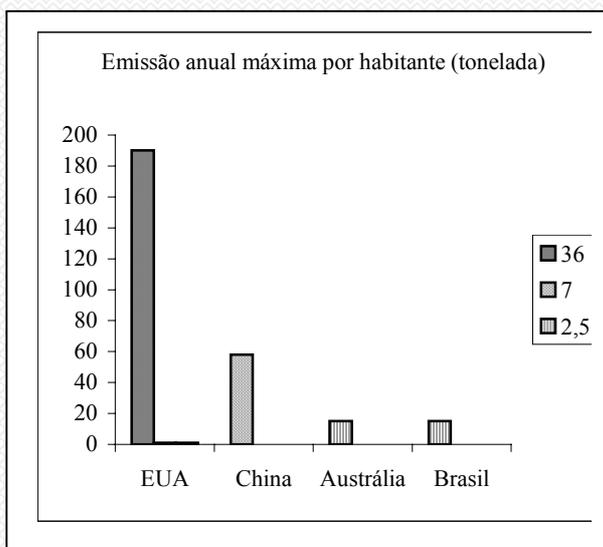
1- O Protocolo de Kyoto — uma convenção das Nações Unidas que é marco sobre mudanças climáticas, — estabelece que os países mais industrializados devem reduzir até 2012 a emissão dos gases causadores do efeito estufa em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990. Essa meta estabelece valores superiores ao exigido para países em desenvolvimento. Até 2001, mais de 120 países, incluindo nações industrializadas da Europa e da Ásia, já haviam ratificado o protocolo. No entanto, nos EUA, o presidente George W. Bush anunciou que o país não ratificaria “Kyoto”, com os argumentos de que os custos prejudicariam a economia americana e que o acordo era pouco rigoroso com os países em desenvolvimento.

Considerando os dados da tabela a seguir, assinale a alternativa que representa um argumento que se contrapõe à justificativa dos EUA de que o acordo de Kyoto foi pouco rigoroso com países em desenvolvimento.

- (A) A emissão acumulada da União Européia está próxima à dos EUA;
- (B) Nos países em desenvolvimento as emissões são equivalentes às dos EUA;
- (C) A emissão per capita da Rússia assemelha-se à da União Européia;
- (D) As emissões de CO₂ nos países em desenvolvimento citados são muito baixas;
- (E) A África do Sul apresenta uma emissão anual per capita relativamente alta;

Países	Emissões de CO ₂ desde 1950 (bilhões de toneladas)	Emissões de CO ₂ per capita
Estados Unidos	186,1	16 a 36
União Européia	127,8	7 a 16
Rússia	68,4	7 a 16
China	57,6	2,5 a 7
Japão	31,2	7 a 16
Índia	15,5	0,8 a 2,5
Polônia	14,4	7 a 16
África do Sul	8,5	7 a 16
México	7,8	2,5 a 7
Brasil	6,6	0,8 a 2,5

World Resources 2000/2001



2- Em março de 2001, o presidente dos Estados Unidos da América, George W. Bush, causou polêmica ao contestar o pacto de Kyoto, dizendo que o acordo é prejudicial à economia norte-americana em um momento em que o país passa por uma crise de energia (...). O protocolo de Kyoto prevê que os países industrializados reduzam suas emissões de CO₂ até 2012 em 5,2%, em relação aos níveis de 1990.

O gráfico mostra o total de CO₂ emitido nos últimos 50 anos por alguns países, juntamente com os valores de emissão máxima de CO₂ por habitante no ano de 1999.

Adaptado da revista Veja. Ed. 1696. 18/04/2001

Dados populacionais aproximados (nº de habitantes):

- EUA: 240 milhões
- BRASIL: 160 milhões

Se o Brasil mantivesse constante a sua população e o seu índice anual máximo de emissão de CO₂, o tempo necessário para o Brasil atingir o acumulado atual dos EUA seria, aproximadamente, igual a

A) 60 anos (B) 230 anos (C) 460 anos (D) 850 anos (E) 1340 anos

www.inep.gov.br/download/enem/2002/enem_2002_amarela.pdf

3- Os níveis de irradiância ultravioleta efetiva (IUV) indicam o risco de exposição ao Sol para pessoas de pele do tipo II – pele de pigmentação clara. O tempo de exposição segura (TES) corresponde ao tempo de exposição aos raios solares sem que ocorram queimaduras de pele. A tabela mostra a correlação entre riscos de exposição, IUV e TES.

Uma das maneiras de se proteger contra queimaduras provocadas pela radiação ultravioleta é o uso dos cremes protetores solares, cujo Fator de Proteção Solar (FPS) é calculado da seguinte maneira:

Riscos de exposição	IUV	TES (em minutos)	FPS = $\frac{TPP}{TDP}$
Baixo	0 a 2	Máximo 60	TDP
Médio	3 a 5	30 a 60	
Alto	6 a 8	20 a 30	
Extremo	acima de 8	Máximo 20	

TPP = tempo de exposição mínima para produção de vermelhidão na pele protegida (em minutos).

TPD = tempo de exposição mínima para produção de vermelhidão na pele desprotegida (em minutos).

O FPS mínimo que uma pessoa de pele tipo II necessita para evitar queimaduras ao se expor ao Sol, considerando TPP o intervalo das 12:00 às 14:00 h, num dia em que a irradiância efetiva é maior que 8, de acordo com os dados fornecidos, é

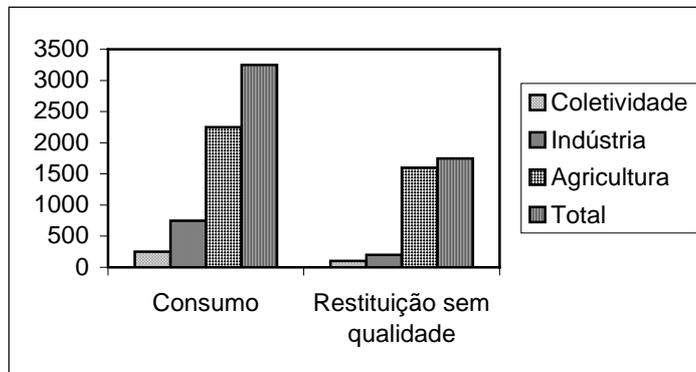
(A) 5 (B) 6 (C) 8 (D) 10 (E) 20

www.inep.gov.br/download/enem/2002/enem_2002_amarela.pdd

4- Boa parte da água utilizada nas mais diversas atividades humanas não retorna ao ambiente com qualidade para ser novamente consumida. O gráfico mostra alguns dados sobre esse fato, em termos dos setores de consumo.

Consumo e restituição de água no mundo

(em bilhões de m³ / ano)



Fonte: Adaptado de MARGAT, Jean-François. A água ameaçada pelas atividades humanas.

Ciência e tecnologia hoje. São Paulo: Ensaio, 1994

Com base nesses dados, é possível afirmar que:

- (A) mais da metade da água usada não é devolvida ao ciclo hidrológico;
- (B) as atividades industriais são as maiores poluidoras de água;
- (C) mais da metade da água restituída sem qualidade para o consumo contém algum teor de agrotóxico ou adubo;
- (D) cerca de um terço do total da água restituída sem qualidade é proveniente das atividades energéticas;
- (E) o consumo doméstico, dentre as atividades humanas, é o que mais consome e repõe água com qualidade.

www.inep.gov.br/download/enem/2001/enem_2001_amarela.pdf

A partir de tais questões, sempre era aberto um espaço para os comentários do conteúdo que elas traziam. Além de discutir a viabilidade do resultado encontrado para resolução do problema, os alunos traziam também comentários e pesquisas a respeito do assunto referente à questão proposta.

Como considerações gerais, os alunos alegaram que muitas pessoas estão preocupadas com lucros, esquecendo-se que a atividade que estão desenvolvendo poderá prejudicar o meio ambiente. Citaram como exemplos as indústrias que contaminam as águas dos rios e os lençóis freáticos por meio do dejetos de produtos químicos, ou mesmo os agricultores com adubos e agrotóxicos utilizados em suas plantações.

Especificamente, o problema três foi considerado pelos alunos como um alerta para as pessoas que se expõem ao sol sem cuidado algum, causando danos não somente à pele mas também à sua saúde de forma geral. Além disso, ressaltam que o excesso de aquecimento da Terra pelo sol tem se dado também por culpa do homem, ao utilizar muitos produtos que ocasionam o rompimento da camada de ozônio. Encerram o pensamento, ressaltando que a ciência e a tecnologia muito têm a ver com tais questões, porém, as pessoas não estão preocupadas com elas. Isso exige uma urgente conscientização, uma re-educação que possa despertar nas pessoas o seu compromisso para com o meio que as cerca.

Durante o trabalho com as questões mencionadas, foi possível perceber nos comentários dos alunos a importância que eles viam em contextualizar a matemática juntamente com outros conhecimentos. Eles conseguem perceber que todos os conhecimentos estão também a exercer a sua influência no meio físico e social, o que implica que, ao estudarmos um fenômeno em nosso dia-a-dia em busca de respostas, previsões e inferências, precisamos considerar as inúmeras variáveis que estão a agir em tal fenômeno. Esses problemas foram incorporados entre os conteúdos da disciplina, com fins de reflexão e revisão dos conteúdos com os quais os alunos já haviam trabalhado como também para relacionar a matemática ao contexto científico-tecnológico e social.

Lendo e discutindo os textos

A atividade de leitura, análise crítica e discussão tornaram-se bastante frequentes em nossas aulas, mescladas entre os conteúdos presentes no plano curricular da disciplina. Elas tanto vinham com o objetivo de resgatar a história do conhecimento matemático, como ressaltar a influência deste nas relações com as ciências, a tecnologia e a própria sociedade. Para uma dessas atividades, selecionei dois textos: “Uma reflexão sobre a importância do conhecimento matemático para a ciência, para tecnologia e para sociedade”, de Pinheiro (2003)⁶⁷, e “Erros, fraudes e acertos”, de Lewenkopf (2003)⁶⁸, os quais deveriam ser analisados de maneira a culminar em uma única análise escrita.

⁶⁷ No item discutido desse artigo, a autora enfatiza a importância do conhecimento matemático em sua íntima relação com a ciência, com a tecnologia e com o contexto social, tendo como respaldo o enfoque histórico sobre a ideia de precisão. Comenta que os estudos até então realizados buscavam explicar a essência e a qualidade dos objetos. Porém, Galileu buscou quantificar esses objetos, dando um grande impulso para uma ciência matematizável, transformando o mundo do “mais ou menos”, o que resultou em profundas transformações científicas e tecnológicas.

⁶⁸ Todo o artigo em questão foi lido e discutido. Nele, o autor comenta que, por mais que a ciência esteja relacionada a um ideal de verdade absoluta e perfeita, não devemos esquecer que ela evolui através do esforço de cientistas e equipamentos imperfeitos. Comenta, também, que no estudo dos fenômenos científicos pode haver erros honestos, ou fraudes, dependendo do lado que se quer beneficiar.

Os dois textos me permitiram discutir com os alunos a influência da matemática quando estamos trabalhando com modelos que exigem uma certa precisão, bem como com os problemas que podem aparecer quando não definimos previamente o nível de precisão necessário para interpretação do fenômeno com o qual estamos trabalhando.

De forma geral, tanto durante a discussão como nos relatos escritos, os alunos comentaram que acharam muito interessante poder falar sobre a matemática e resgatar a forma como os conceitos que hoje temos foram introduzidos em nosso contexto. Citaram que é importante conhecer os fins para os quais esses conhecimentos surgiram, ressaltando que a matemática não é uma atividade neutra⁶⁹, pois tudo que se conhece desse conhecimento surgiu para resolver algum problema de nossa realidade. Além disso, destacaram que a matemática sempre foi concebida por eles como exata, ou seja, suas respostas eram sempre consideradas confiáveis e indiscutíveis, e que somente a partir do trabalho então desenvolvido, começam a ter contato com uma outra face da matemática. Pude perceber suas posições nos comentários que teceram:

Para mim a matemática foi sempre exata, nunca pensei que houvesse diferença entre preciso e exato. Normalmente em matemática, nós só discutimos “qual é a resposta?” e não se aquela resposta é adequada para esse ou aquele problema. É importante discutir sobre a matemática e não apenas aprendê-la. (MS).

Geralmente não paramos para discutir sobre a influência da matemática em nossa vida. Achamos que tudo que existe está certo e que não devemos questionar; afinal, a matemática é uma área exata, ou seria, uma ciência exata? (JP).

Alguns alunos ressaltam a necessidade de questionarmos os resultados matemáticos, ainda mais se eles resultam de um modelo criado para estudar um fenômeno, pois este, ao envolver um grande número de variáveis, poderá favorecer manipulações dos dados, visando a benefícios individuais.

A matemática é utilizada para criar modelos que tentam comprovar o experimento, porém, há coisas que os modelos não conseguem medir, por isso, nem tudo que a matemática, a ciência e a tecnologia dizem é verdade. Precisamos sempre questionar. (MV).

Apesar de ser uma ciência considerada exata, não podemos confiar plenamente na matemática. Ela foi e é fundamental para a evolução

⁶⁹ Apesar de os alunos comentarem que a matemática não é um conhecimento neutro, no momento que explicitam o que vem a ser essa não-neutralidade eles ainda têm um conceito errôneo, conforme já comentei no capítulo anterior.

científica e tecnológica, porém com ela podemos ocultar e enganar os leigos desatenciosos. (MB).

Quando nos deparamos com dados, informações de nível matemático, científico, tecnológico e os relacionamos com a sociedade, devemos lembrar que eles podem ter erros, pois há uma série de fatores que influenciam esses dados, tais como aparelhos imperfeitos, já que são desenvolvidos por pessoas que também não são perfeitas [...]. Podem existir incertezas nesses dados, não podemos confiar ao pé da letra na primeira informação que temos. (JC).

A utilização da matemática em assuntos científico-tecnológicos envolve vários pesquisadores de diferentes áreas, que pensam de formas diferentes também. Eles desenvolvem diferentes operações para se chegar a uma determinada conclusão, por isso, não podemos confiar cegamente no primeiro resultado que obtemos em uma pesquisa.. (CF).

Analisando os comentários feitos pelos alunos, percebo que eles procuram enfatizar a necessidade de questionar a *ideologia da certeza* atribuída ao conhecimento matemático. Tal perspectiva é citada por Borba e Skovsmose (2001) quando comentam que a matemática se torna algo puro, geral, perfeito. Ela não pode ser influenciada por nenhum interesse social, político e ideológico. É confiável porque se aplica, sem qualquer distinção, a todos os problemas reais. Para ela não há limites, pois é sempre possível matematizar um problema. Os autores ressaltam, ainda, que a *ideologia da certeza* é argumento utilizado por diversos segmentos da sociedade, entre eles, os meios de comunicação, o governo e as escolas. Considera-se que tudo que for expresso por números, tabelas e estudos estatísticos não tem contestação, uma vez que pode ser comprovado matematicamente.

Tal visão se encontra presente na sala de aula, pois dificilmente comentamos, durante uma aula de Matemática, para que necessidade humana aquele conhecimento surgiu, como foi construído, até que ponto ele pode nos fornecer uma resposta segura e qual sua interferência no cotidiano das pessoas. Sem nos apercebermos, carregamos conosco a *ideologia da certeza* quanto ao conhecimento matemático. Porém, Borba e Skovsmose (2001) ressaltam, que ter tal visão não é culpa do professor ou dos demais profissionais, pois estes também, na maioria das vezes, recebem uma formação que contempla tal visão do conhecimento matemático.

De forma geral, os alunos consideraram que, ao nos utilizarmos da matemática com maior presteza, a precisão é indispensável. Dessa forma, é preciso entender que muitas vezes não se pode calcular o valor exato para os fenômenos, mas é possível indicar uma direção a ser seguida, tendo em mente que essa solução está sujeita a um grande número de variáveis, as quais nem sempre podemos controlar. Por isso, ressalta-se a importância de estarmos

sempre refletindo se o resultado apresentado atende às necessidades reais de resolução do problema com o qual estamos trabalhando.

Após a leitura dos textos e suas subseqüentes reflexões, considerei relevante apresentar aos alunos alguns comentários primários do que vem a ser o enfoque CTS. Apresentei como e por que ele surgiu, quais seus objetivos e sua importância no contexto educacional, como também sua relevância para as discussões que envolvem o contexto matemático. Não era minha intenção aprofundar tal estudo, apenas acreditei na necessidade de os alunos tomarem conhecimento desse enfoque, percebendo que a luta pela participação e entendimento do cidadão em relação aos acontecimentos científico-tecnológicos torna-se cada vez mais necessária em uma sociedade como a nossa. Para complementar tal exposição, solicitei que realizassem a leitura dos textos: “Necessidade de uma reflexão sobre a ciência e a tecnologia”, de autoria de Sanz et al. (p. 154-181, 1996) – ANEXO 6, e “O que é CTS”, sendo esse um resumo de partes das obras de Gordillo et al. (p.157-180, 2001) e Cerezo et al. (p. 125-128, 2003) – ANEXO 7, com a finalidade de poderem aprofundar seus conhecimentos a respeito da temática.

O documentário: “No ritmo do sistema”

Ao propor tal atividade para os alunos, eu estava mais segura de que eles já tinham condições de fazer uma análise mais crítica a respeito da matemática e seu envolvimento com a ciência e a tecnologia, pelos seguintes motivos: já tinham uma caminhada de vários trabalhos visando à reflexão sobre o assunto; conheciam o que era o enfoque CTS; reconheciam a importância de se ter uma postura epistemológica crítico-reflexiva quando temos acesso a questões que envolvem o contexto científico-tecnológico. Sendo assim, assistimos ao documentário “No ritmo do sistema”, com o objetivo de os alunos detectarem quais conhecimentos podemos encontrar relacionados ao desenvolvimento científico-tecnológico (entre eles o matemático) e entenderem como esse desenvolvimento pode reorganizar a vida das pessoas.

No ritmo do sistema



O documentário “No ritmo do sistema” nos remete à questões do domínio do trabalho, caracterizado pela divisão entre quem produz e aquele que detém o conhecimento para a produção. O ser humano é apresentado como escravo de um sistema, no qual o capitalismo faz do controle sobre a produção uma regra e, sua Revolução Industrial como expressão máxima deste controle e da concentração de renda.

É sob esta ótica do consumismo que pode ser vista a invasão da tecnologia no século XX, revelada no documentário pela fabricação em série do modelo de carros “T” de Henry Ford. Nunca em outro século ela apresentou-se como facilitadora de produtos que são vendidos como indispensáveis às nossas vidas, geradores de comodidade ao cotidiano, que sem perceber formata nossas vidas. E isto ocorre num ritmo tão alterado, acelerado, numa progressão geométrica que torna o homem escravo de uma trama de engrenagens que parte da linha de montagem e chega até ao microondas que sorrateiramente espera na cozinha.

Direção: Henry Singer.

Duração: 48 min – Documentário

Ano: 1999

Nos relatos escritos pelos alunos a respeito do documentário, pude verificar alguns pontos interessantes:

Podemos verificar que foi através do conhecimento matemático que Henry Ford conseguiu estabelecer um controle sobre as pessoas através do tempo de trabalho, do tempo que ele determinava para que as pessoas pudessem cumprir uma determinada tarefa. Esse controle matemático também foi verificado no decorrer do filme em restaurantes fast-food, aeroportos, etc. Tudo funciona de acordo com o relógio. (JP).

Foi percebido que Henry Ford queria exercer controle sobre as pessoas, e isto foi possível através de estudos de modelos matemáticos. Com este controle conseguiu aumentar a produção, tornando o processo mais rápido, mas em consequência, os empregados estavam sendo obrigados a trabalhar como máquinas, sem direito a nada, apenas eram condicionados a rigidez e rapidez do sistema. (AT).

Para Henry Ford o que importava era o controle, o cálculo, os números que ele obtinha no final de cada dia. Esse tipo de controle aparece até nossos dias. Somos controlados pela matemática através dos cálculos que fazemos, da interpretação de um exame médico de forma quantificada, através do horário do relógio que precisamos seguir. Enfim, a matemática nos controla mesmo que possamos não nos aperceber disso. (AH).

Após ter realizado essa atividade, grande parte dos alunos comentou que podemos interpretar um texto, um filme e até mesmo outras fontes de divulgação, tendo como base vários conhecimentos. Diante disso, um dos alunos relata:

[...]eu jamais tinha imaginado que seria possível retirar matemática de um filme que falava de tecnologia, linha de montagem, que não fosse o próprio conhecimento matemático utilizado para criar aquele tipo de sistema (cálculo de ângulos, medidas etc). (VC).

Os alunos enfatizaram, também, que nunca haviam pensado no poder atribuído à matemática, no sentido de condicionar os hábitos das pessoas. Perceberam que, ao se analisar as atividades que desenvolvemos em nosso dia-a-dia, é possível constatar que elas estão constantemente controladas pela matemática. Em seus argumentos, citam que:

A partir do filme é possível refletirmos sobre o nosso dia-a-dia, de como vivemos em função da matemática, pois estamos sempre ligados ao tempo e ao dinheiro, os quais movem a tecnologia e cada vez mais, a sociedade tem que se adequar a essas imposições. (MB).

Além disso, foram também estabelecidas várias relações que envolvem o contexto científico-tecnológico e o social. Porém, as que apareceram com maior propriedade são as que se referem às desigualdades sociais e submissão à tecnologia. Percebe-se um avanço no sentido de que, no início das atividades, os alunos entendiam – a tecnologia = bem-estar. Começa agora a se ter uma outra conotação, indicando-se com mais propriedade a necessidade de se refletir e discutir antes de aceitar as imposições científico-tecnológicas. Isso vem corroborar os resultados que obtive com as atividades realizadas no desenvolvimento do plano de ação.

Caso simulado

A Educação Matemática Crítica substanciada pelo enfoque CTS objetiva oportunizar aos alunos o estudo de situações-problema, desenvolvendo seu interesse pela ciência (em nosso caso, a matemática), bem como aguça seu senso crítico na tomada de decisões. Dentro dessa perspectiva, os alunos criticam, refletem e analisam um determinado problema no seu aspecto global, resolvendo as partes que estiverem ao seu alcance, ao mesmo tempo em que são motivados a estudar “outros conhecimentos”, para resolver as partes restantes. Isso permite ao aluno atuar de forma crítica na realidade, ou seja, as atividades de sala de aula irão permitir que o próprio aluno possa criar estratégias e recursos de resolução dos problemas que

envolvem ciência e tecnologia, em conjunto com a sociedade, podendo analisar e questionar as respostas obtidas.

No meu entender, a Modelagem Matemática⁷⁰, comentada no terceiro capítulo, configura-se como uma das tendências da Educação Matemática que poderá ajudar o professor a contemplar as questões anteriormente expostas, uma vez que convida os alunos a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade. Esse questionar, investigar e perguntar é considerado por Freire (1996) como um dos principais ensinamentos pelo qual todo professor deveria iniciar seu trabalho, pois o que estimula o aluno para o conhecimento é o perguntar. Somente a partir de perguntas é que se deve sair em busca de respostas, e não o contrário.

Assim, percebo que por meio da Modelagem Matemática, o aluno tem oportunidade de investigar, perguntar e então criar seus próprios modelos. Por meio deles, consegue entender e questionar os modelos matemáticos existentes, verificando que tipo de variáveis são deixadas de lado no momento em que o modelo se consolida.

Pelas características que possui, muito se tem defendido o trabalho com Modelagem Matemática em sala de aula, no propósito de:

[...] desenvolver habilidades que permitam a atuação crítica do indivíduo na realidade, ou seja, as atividades de sala de aula devem colocar o aluno diante de problemas a serem resolvidos, onde ele próprio deve procurar recursos e criar estratégias de solução. (FRANCHI, 1993, p. 41).

Foi nesse sentido que, ao iniciar a nova atividade, parti do princípio de que ao reinventar a Educação Matemática de um ponto de vista social e político, é preciso promover oportunidades de os alunos poderem se envolver em atividades relacionadas às questões que articulem a matemática com o desenvolvimento sócio-histórico e científico-tecnológico.

Dessa forma, com base no estudo que desenvolvi com os alunos da disciplina de Princípios Tecnológicos, percebi que a atividade do caso simulado foi a que trouxe um dos acréscimos mais significativos, ao possibilitar aos alunos verificar o lado prático do enfoque CTS. Isso foi detectado durante a preparação e realização de tal atividade e, principalmente, comentado nas entrevistas finais que realizei com os alunos da referida disciplina. Essa atividade foi citada como a mais interessante, pois pôde mostrar-lhes o lado aplicativo do enfoque CTS, permitindo-lhes verificar como seria possível um cidadão participar das decisões que envolvem interesses de toda uma sociedade.

⁷⁰ A Modelagem Matemática não foi trabalhada somente nesta atividade. Vários dos conteúdos matemáticos previstos no currículo da disciplina de Matemática foram iniciados a partir de um modelo matemático.

Pensei ser importante também realizar a citada atividade na disciplina de Matemática, a fim de realçar como tal conhecimento pode, como ciência, influenciar na tecnologia e, conseqüentemente, na sociedade por meio dos modelos que a partir dela são criados. Minha principal intenção era de que os alunos pudessem compreender o modelo matemático conforme propõe a Educação Matemática Crítica, que vai ao encontro dos pressupostos do enfoque CTS:

[...] um modelo não é um modelo da realidade em si, é um modelo de um sistema conceitual, criado por uma interpretação específica, baseado em um quadro teórico mais ou menos elaborado, e baseado em alguns interesses específicos. (SKOVSMOSE, 2001a, p. 42)

Para tal atividade parti da notícia fictícia descrita no Quadro 16.

Departamento do Trabalho apóia modelo matemático para recrutamento de trabalhadores nas empresas⁷¹

O Chefe do Trabalho, anunciou que acha positivo o investimento das empresas em modelos matemáticos que visem agilizar o processo de recrutamento de pessoal para os diversos postos de trabalho. Segundo o mesmo, “ as longas entrevistas que tinham por objetivo fazer uma sondagem a respeito do comportamento, habilidades e conhecimentos dos candidatos ao emprego tendem a desaparecer. Estamos vivendo em um mundo altamente tecnológico, no qual temos que nos apoiar em seus *mentefatos* para resolver nossos problemas em tempo otimizado.”

O conjunto desses modelos matemáticos, a principio denominado OSR – Otimize seu recrutamento - foi desenvolvido totalmente no Brasil por um grupo de pesquisadores matemáticos da USSP e começará a ser aplicado, muito em breve pelas empresas. “ Tanto no Brasil como em outros países, a costumeira entrevista feita para contratação de pessoas para os cargos de uma empresa, muitas vezes, não nos permite coletar todos os dados necessários, pois muitas pessoas ficam tensas nesse momento, ocultando suas qualidades”, comenta João K. Verts, da USSP. Para ele, essa também será uma grande chance para que o Brasil possa progredir científica e tecnologicamente, uma vez que, terá a patente desses modelos, podendo vendê-los para outros países, criando-os de acordo com as necessidades de cada empresa.

O uso de modelos matemáticos visa diminuir as filas e com isso o tempo para contratação de pessoas para os diversos cargos de uma empresa. Cada posto de trabalho terá seu modelo específico. Esses modelos incluem desde testes de conhecimentos até escores como peso, altura, notas escolares, cor dos olhos, etc, que são coletados e transferidos para uma espécie de função matemática, a qual fornecerá um valor. Este valor deverá estar dentro dos limites de confiança estabelecidos para cada cargo. Quanto mais próximo dos limites o escore obtido pelo candidato estiver, maior sua chance de contratação.

Verts cita que as empresas precisarão apenas distribuir os formulários, nos quais os próprios candidatos preenchem seus escores. Para evitar fraudes, os candidatos selecionados para os cargos, posteriormente terão seus escores conferidos.

O primeiro grupo de empresa a testar esse modelo serão as Alimentícias.

QUADRO 16 – Notícia sobre o caso simulado na matemática.

⁷¹ Todos os dados e nomes explícitos nessa notícia são fictícios.

Em princípio, a idéia era de não revelar a ficticidade da notícia, conforme foi realizado no primeiro estudo, porém, os alunos começaram a realizar pesquisas e a enviar e-mails aos órgãos envolvidos, comentando o assunto. Devido a esse acontecimento, tive que revelar que era uma notícia fictícia. Contudo, isso não fez com que a atividade perdesse seu objetivo. Os alunos a reconheceram como uma oportunidade de poder expor suas idéias, suas interpretações e ensaiar uma forma de requerer a participação dos cidadãos em assuntos que venham a envolver seus interesses. O período de preparação para tal atividade foi de um mês, no qual os alunos tinham, comigo e com outros professores, encontros extra-classe a fim de poder preparar seu material. Para o caso simulado foram selecionados pelos alunos cinco personagens e suas atribuições descritas no Quadro 17.

Governo	
<p>Abre a sessão fazendo o comentário sobre o projeto que chegou até o Chefe do Trabalho. Ainda que a decisão final seja feita em uma sessão do congresso, o representante irá passar os informes para o congresso, o qual, baseando-se em estudos e valores do consenso, diante das forças políticas, tomará a decisão com relação ao projeto. Deverá verificar todas as informações relevantes, levando também em conta a participação cidadã. Tem a função moderadora entre os demais participantes.</p>	
<p>Laboratório de pesquisa em modelos matemáticos da USSP</p>	<p>Dono da empresa</p>
<p>Defende o projeto. É o representante de um grupo de matemáticos que visam patentear modelos matemáticos que auxiliem os departamentos de recursos humanos das empresas a recrutarem seus funcionários. O modelo chama-se OSR e será testado em uma empresa alimentícia.</p>	<p>É totalmente a favor do projeto, uma vez que não precisará mais se preocupar com a forma qualitativa de contratação pessoal, além de poder ter rodízio de funcionários entre os cargos existentes na empresa</p>
<p>Representante das relações interpessoais</p>	<p>Representante do sindicato das empresas alimentícias</p>
<p>Não será nem contra nem a favor do projeto. Porém, traz especialistas das várias áreas, entre elas psicólogos, matemáticos, especialistas em recursos humanos, para que possam avaliar os benefícios e malefícios de tal sistema.</p>	<p>Irá contra o projeto, pois acredita que com tal modelo se está tirando a liberdade de as pessoas optarem pela profissão que desejam, fazendo com que os funcionários sejam apenas mais um número na empresa. Avaliam negativamente as variáveis utilizadas no modelo.</p>

QUADRO 17 – Personagens do caso simulado

Cada equipe responsável por representar um determinado segmento fez sua apresentação e comentários iniciais a respeito do modelo, uma vez que, já o haviam recebido em ocasião anterior para que pudessem realizar a devida análise e proceder os comentários. As argumentações colocadas baseavam-se em expor se eram contra ou a favor da implantação do modelo matemático em todas as empresas, em substituição das tradicionais entrevistas. As variáveis envolvidas no modelo matemático são apresentadas no Quadro 18.

QUADRO 18 – Modelo matemático usado para contratação de funcionários.

A equipe que construiu o modelo preocupou-se em fazer algumas simulações de forma a demonstrar a importância do modelo e sua forma de funcionamento. Alguns alunos que representaram os funcionários da empresa que estava testando o modelo, propuseram-se a dar seu testemunho em favor do processo.

Para cada uma das variáveis foi estabelecido um valor que era somado e, ao final, de acordo com a pontuação obtida, o funcionário seria classificado nas seguintes funções que a empresa dispunha: área administrativa; contabilidade; nutrição; projetos e manutenção;

eletrônica; marketing; coordenação de equipe; jardinagem; serviços gerais; serviços de cozinha. A equipe argumentou que, com a implantação de tal modelo nas empresas, os candidatos à vaga poderão completar seus dados via internet, sem ter que comparecer na empresa ou enfrentar filas para entrega de currículos. Tudo seria otimizado com o modelo.

Muitos foram os questionamentos a respeito do modelo, principalmente no que se referia a ele desconsiderar os dados qualitativos. Comentaram os alunos, que as qualidades humanas não podem ser captadas pelo modelo, sendo que muitos cargos ocupados nas empresas dependem de questões de bom relacionamento, humor, paciência, valores, ética, imaginação, criatividade etc.

O caso simulado durou cerca de três horas. Houve entreveros e concordâncias. Muita criatividade e argumentação foi utilizada para poder convencer o oponente a aceitar as justificativas expostas. Os dados trazidos pelos alunos, que se pautavam nas informações sobre desemprego e leis trabalhistas, eram verídicos. Porém, as propostas do governo, os dados da empresa alimentícia e o modelo foram criados pelos próprios alunos. A decisão tomada pela equipe que representava o governo, de aceitar ou não o proposto modelo, será apresentada no ANEXO 10.

Em todo desenvolvimento dessa atividade, foi possível perceber que o trabalho em sala de aula passou a ter outro sentido. Eu e os alunos passamos a descobrir e a pesquisar juntos sobre os conhecimentos. Nada era mais considerado sagrado ou somente de domínio do professor. Tudo estava sujeito a críticas e a reformulações. Nada era definitivo. A oportunidade de os alunos tomarem as decisões e criarem suas falas fez com que esse momento se tornasse o mais rico de todo o ano letivo.

O objetivo com que o conhecimento matemático apresentou-se em tal atividade foi o de descobrir novos fatos acerca da própria pessoa, sociedade, cultura, capacitando o estudante a fazer melhores julgamentos e, principalmente, a tomar decisões construindo relações entre conceitos matemáticos, situações concretas e experiências pessoais indo em direção a uma perspectiva de interdisciplinar.

8.2 Trabalho final

Com o objetivo de finalizar as atividades do ano letivo, acreditei ser oportuno desenvolver com os alunos um trabalho que fosse além das discussões que desde o início do ano vínhamos realizando. Havia chegado a hora de eles buscarem informações por intermédio da opinião das pessoas sobre os assuntos que nos causaram dúvidas, muitas das quais foram

debatidas em sala de aula. Era preciso que eles pudessem chegar às próprias conclusões a respeito do que pensam as pessoas sobre a relação ciência-tecnologia-matemática-sociedade e teceram suas considerações a respeito do assunto.

Para esse trabalho, foram propostos os seguintes temas:

- A matemática e o computador;
- A influência da matemática na construção da ciência, da tecnologia e da sociedade;
- Como as pessoas relacionam matemática, ciência, tecnologia e sociedade.

Os dois primeiros eram trabalhos de pesquisa, com ênfase mais teórica sobre os assuntos. O terceiro seguia a mesma linha do estudo realizado no capítulo anterior, no qual se propunha que os alunos fossem à busca de informações a respeito de como as pessoas vêem a matemática e a relacionam com os demais componentes de nossa sociedade.

Na distribuição dos trabalhos, duas equipes ficaram com aqueles temas que envolviam a parte mais teórica e três ficaram com as atividades de entrevistas, sendo que cada uma das três equipes escolheu em acordo com a docente as suas questões (apresentadas no Quadro 19) e as propôs para que doze pessoas de diferentes graus de ensino (Ensino Fundamental, Médio e Superior) as respondessem.

1-O que você entende por matemática?
2-Qual a influência que a matemática exerce no contexto científico-tecnológico e social? Ela serve de ferramenta para as demais áreas do conhecimento? Justifique.
3-Como a matemática se relaciona com a ciência, com a tecnologia e com a sociedade?
4-Em um supermercado o pacote de biscoito que pesava 250g passou a pesar 200g. O preço também sofreu uma redução de R\$1,20 para R\$1,10. A redução foi justa?
5-Será que a matemática consegue dar respostas precisas para todos os problemas? Podemos confiar numa resposta numérica?Por quê?
6-Um político que diz ter 80% de aprovação entre seus eleitores, poderá estar dizendo a verdade? Por quê? O que precisamos para comprovar o fato?
7-Podemos usar a matemática para mascarar os dados e darmos informações favorecendo uma das partes? Como isso seria possível?
8-Qual é a importância da matemática para nossa sociedade?
9-Você, enquanto consumidor, sabe dizer em que a matemática poder estar lhe ajudando?
10-Você consegue entender os modelos colocados por exemplo: para cálculo de juros, para pesquisa de opinião nas eleições, para aumento do salário mínimo? Você acredita que estão sempre corretos?
11-O que você acha de em vez de utilizarem entrevistas nas empresas, as substituam por um modelo matemático no qual sejam colocadas informações sobre a pessoa e, no final, obter-se uma nota através da qual a pessoa ser admitida ou não?
12-Quando você se depara com respostas expressas numericamente, qual sua atitude: aceita, afinal, a matemática é considerada exata? Questiona? Procura maiores informações? Por quê?
13-Para que possa comprovar os resultados de uma determinada pesquisa, você acha mais fácil que ela seja exposta com dados numéricos? Por quê? Por que acreditamos tanto na matemática?

QUADRO 19 – Questões sobre a matemática.

O objetivo de tal atividade era fazer com que os alunos pudessem perceber o quanto eles haviam avançado em sua compreensão sobre a matemática e suas relações com o contexto científico-tecnológico e social, além de comparar as diferentes concepções que as pessoas em seus vários graus de instrução possuem a respeito do conhecimento matemático.

Para evitar redundâncias, optei por apresentar alguns comentários tecidos pelos alunos a respeito dos seus trabalhos, diluídos em forma de texto.

8.2.1 Comentários sobre os trabalhos finais

Um dos comentários enfatizados pelos alunos, nas entrevistas que realizaram foi o de que mais de 80% das pessoas acreditam na certeza e na neutralidade que a matemática possui em suas relações com a sociedade. Essa credibilidade confiada à matemática, segundo os alunos, leva as pessoas a crerem que a matemática é uma ciência que traz somente benefícios à sociedade. Elas não conseguem perceber algum tipo de relação entre a matemática e o contexto social, que não seja a de ferramenta para as outras ciências.

No contexto científico-tecnológico, a matemática tem um importante papel, assim como no contexto social. O conhecimento matemático possibilita uma compreensão de muitos dos dilemas já estabelecidos. Na vida das pessoas, ter conhecimento matemático evita a alienação para a possível exploração do ser humano, uma vez que, sem conhecer sua própria sociedade, as pessoas tornam-se submissas ao controle de outras que detêm os conhecimentos. Percebemos que muitas das pessoas entrevistadas não possuíam tal senso crítico. (LC).

Nesse sentido, os alunos comentam que as pessoas entrevistadas tiveram uma tendência em comentar que o avanço da ciência em geral está também submetido ao avanço da ciência matemática, que ajuda a explicar o funcionamento da sociedade em suas relações que influenciam no desenvolvimento da tecnologia, havendo a probabilidade de erros e acertos.

Mesmo um produto tecnológico tendo sido criado com a mais alta precisão matemática e científica, ele carrega consigo a possibilidade do erro, por menor que ela seja. Temos que sempre manter nossa postura crítica antes de acreditar sem maiores questionamentos na ciência e na tecnologia que produzimos. O enfoque CTS nos chama atenção para esse fato. (AH).

Os alunos fazem também uma advertência quanto a relacionarmos a matemática com as máquinas. Ressaltam que a matemática hoje em dia é muito usada para estudar o comportamento social e econômico dos seres humanos. Com isso, novas áreas de estudos foram criadas, como é o caso da teoria dos jogos, a teoria das decisões estatísticas e outras mais. Embora o fundamento dessas áreas pudesse ter sido desenvolvido muito antes, foi só com o advento do computador que elas de fato se concretizaram. O computador tem uma capacidade incrível de realizar operações aritméticas e algébricas, chegando a resultados muito aproximados, ajudando a dar andamento a várias pesquisas que têm favorecido a humanidade. Fica difícil, na época em que vivemos, enumerarmos as entidades que não se utilizam do computador para cuidar de seus números. Vivemos numa inundação de

questionários e estatísticas, desvios e coeficientes, que a todo momento saltam pelas telas dos computadores, chegando aos nossos lares pela internet, pela TV, rádio, jornais e revistas, tentando nos convencer e até mesmo nos persuadir.

Com efeito, os alunos complementam que confiar excessivamente nos resultados que as máquinas possam nos fornecer pode ser perigoso e segundo eles:

A matemática foi construída pela humanidade e seus subprodutos também, assim, nada poderá nos fornecer respostas exatas. Por isso, há a importância de estarmos sempre atentos ao usufruirmos dos resultados que a ciência e a tecnologia nos apresentam através de seus artefatos e mentefatos. (CI).

Asseveram os educandos que é preciso ter sempre uma postura crítica diante dos dados que nos são apresentados por intermédio de meios científico-tecnológicos, tanto os que forem divulgados de forma quantitativa, quanto os apresentados de forma qualitativa.

Devemos tomar cuidado quando nos utilizamos da ciência matemática para evoluir nossas tecnologias, pois é muito fácil ser enganado através dela. Mesmo que o envolvimento da ciência, matemática, tecnologia e sociedade possa ser de benefício, precisamos pensar que nada é perfeito e nem neutro⁷², tudo está sujeito a erros e fraudes. Aí incluímos a matemática, uma vez que esse envolvimento poderá também trazer sérias conseqüências para a humanidade. (MB).

Nas entrevistas que os alunos realizaram, puderam constatar que as pessoas tendem a crer, conforme eles também acreditavam, que a importância da matemática é mais voltada para seu lado prático e ingênuo. Ou seja, ela auxilia as pessoas a controlar seus gastos e a comprarem produtos, mas somente no sentido de saber realizar os cálculos, não de refletir sobre tais cálculos. Complementam alegando que a grande maioria das pessoas não questiona a maneira como os cálculos são obtidos, tendo sempre em mente que a matemática é exata, não há como mudar. Dessa forma, os menos esclarecidos, incapazes de operacionalizar com os números ou entender as probabilidades a eles relacionadas, têm por resultado políticas governamentais pouco esclarecidas, decisões pessoais confusas e um contínuo estado de subserviência frente aos mais esclarecidos.

A confiabilidade excessiva na matemática e, conseqüentemente, na tecnologia poderá nos tornar vulneráveis, pois assim nos colocamos à disposição de algo que pode ser perigoso, se não exercido em sua totalidade e associado a outros conhecimentos, os quais não são obtidos de forma isolada, mas são totalizados e completados de forma conjunta, não individualizada. (ES).

⁷² Contudo, ainda os alunos compreendem que a neutralidade dos artefatos e *mentefatos* científico-tecnológicos está no uso que deles se faz e não na origem.

Segundo os alunos, hoje em dia há uma matematização de nossas vidas, tanto no sentido intelectual quanto emocional. A matemática não é aplicada somente nas ciências físicas, mas também, cada vez mais, tem-se tentado matematizar um mundo não físico: a mente, os sentimentos das pessoas. Alguns especialistas têm-se apresentado com seus questionários e suas estatísticas multiquadráticas, pretendendo estudar a mente humana sob um aspecto quantitativo. Tais investigações, porém, parecem falhar na consecução de seus objetivos, porque estão baseadas na suposição questionável de que os problemas da mente podem ser resolvidos por meio da quantificação e da tecnologia.

Em suma, ao analisar os comentários feitos pelos alunos no decorrer de suas apresentações e análises escritas, pude perceber que eles passaram a conceber a matemática de uma forma muito mais crítica. Essa consciência leva o aluno a não aceitar o conhecimento matemático como pronto e acabado, tornando-se sujeitos envolvidos numa mudança social.

Dessa forma, acredito que a Educação Matemática Crítica junto ao enfoque CTS pode desafiar os estudantes a questionarem as ideologias hegemônicas postas pela matemática, revelando as contradições, neutralidades e falsas precisões que se escondem atrás de modelos matemáticos formulados. Tais questionamentos podem levar à ação, de forma que os estudantes possam passar a exigir uma participação mais ativa na sociedade, tomando decisões mais conscientes. Isso implica que o conhecimento matemático seja considerado não como um fim em si mesmo, mas com um objetivo maior – de desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão, por meio da participação e do julgamento crítico-reflexivo.

8.3 Avaliando com os alunos

Frente às experiências que vivi enquanto aluna e agora enquanto docente, percebo que a aprendizagem é um processo pelo qual estamos a passar durante toda a nossa existência. Penso que é quase impossível medir o quanto um indivíduo conhece sobre um determinado assunto. No entanto, imagino que é possível delimitar situações que permitam obter dados que resultem num conjunto de normas que devem ser contempladas para que as conclusões se efetivem. Isso porque certas características se estendem além dos limites de uma explicação causal.

A avaliação do ensino-aprendizagem é um determinante que deve ser considerado para que se possa atingir a aferição do que foi realizado. É por meio dela que se podem

compreender os múltiplos elementos que influenciam o processo, bem como tomar as devidas providências para se aperfeiçoar as práticas adotadas.

Nesse sentido, depois de ter encerrado todas as atividades com os alunos, pensei ser viável averiguar a percepção que tiveram das atividades realizadas durante o ano letivo (principalmente as que se referiram ao enfoque CTS) e seus avanços na compreensão da relação ciência-tecnologia-matemática-sociedade. Tal avaliação não teve o objetivo de verificar se a percepção dos alunos em relação ao enfoque trabalhado era aquela indicada na literatura, mas sim, de identificar se o avanço epistemológico que percebi nos alunos durante as aulas era realmente o que eles haviam concretizado para suas futuras experiências.

Sendo assim, pude constatar que o entendimento dos alunos sobre o que vem a ser matemática, sua importância para a sociedade e sua influência/relação com o desenvolvimento científico-tecnológico foi além do estudo ou da ferramenta que serve de auxílio para as outras ciências.

Cada novo conhecimento, segundo os alunos, ganhava um status diferente em suas realidades. Aquilo que era incompreensível, abstrato, passava a fazer parte do exercício de curiosidade, pois houve estímulo ao questionamento e à crítica. Foi dessa forma que os alunos conceberam o desenvolvimento da disciplina de Matemática. Ressaltaram que, desde quando entraram na escola, ela sempre foi apresentada como exata, sem questionamento, sem ao menos terem idéia de onde ela poderia ser aplicada.

A Matemática sempre foi visto como contínuas e pronto. É difícil um professor que converse sobre ela. Você sempre pergunta: “Para que serve isto?” E o professor diz que você vai usar não sei onde. [...] Eu não gostava de Matemática, mas vendo-a desse lado mais crítico, eu passei a gostar. (AT).

Com efeito, todos os alunos ressaltaram que é importante discutir e refletir sobre a matemática, para não se deixar levar por propagandas enganosas, tomando decisões precipitadas que venham a causar prejuízos futuros.

Eu percebo a matemática como uma ciência que nem sempre é exata, porém, apresenta níveis de precisão, podendo nos apoiar na resolução dos mais variados tipos de problemas. (MS).

A matemática é uma ciência assim como qualquer outra, podendo influenciar e ser influenciada, contribuindo para as desigualdades sociais, facilitando situações para uma das partes. (BM).

Tanto a matemática como as outras ciências, foram criadas com algum objetivo, portanto não são atividades neutras. Assim, tanto elas podem

ajudar as pessoas a resolverem seus problemas como também podem ser utilizadas de má fé, contribuindo para o benefício de uns e prejuízo de outros. (LA).

Em relação ao que os alunos concebem por ciência e tecnologia, percebi que dos comentários que vínhamos traçando desde o primeiro encontro, eles conseguiram avançar em seus entendimentos, destacando que ciência é a produção de conhecimentos, que são obtidos a partir de estudos e pesquisas dos vários fenômenos que ocorrem em nosso meio. Comentam que tanto a ciência, quanto a tecnologia podem ser influenciadas por fatores externos, bem como podem influenciar outras áreas ou setores da sociedade em geral, pois ambas são construções humanas. Afirmam, porém, que apesar de a ciência e a tecnologia terem auxiliado a humanidade a resolver seus problemas, elas podem ajudar a criar outros, que, em sua maioria, poderão não ter suas soluções nelas mesmas.

Todavia, os alunos admitem que da forma como vivemos hoje, não conseguiríamos sobreviver sem ciência e sem tecnologia. Segundo eles, [...] *estamos acostumados ao conforto que elas nos proporcionam.* (FG). Complementam que, apesar de em certos momentos a ciência e a tecnologia nos trazerem problemas, elas também estão ajudando o homem a viver melhor por meio dos avanços na medicina. E, nesse sentido, a matemática também se inclui. Porém, ressaltam que [...] *é preciso saber utilizá-las no momento certo e de forma certa, para não nos arrependermos mais tarde.*(PC). Enfatizam que nem todos os problemas de nosso dia-a-dia têm solução na ciência e na tecnologia, pois muitos deles [...] *dependem de uma reeducação e outros de uma conscientização social.* (AT)

Em relação à percepção que tiveram do que vem a ser o enfoque CTS e sua relação com a matemática, a grande maioria considera ser uma forma de perceber e interpretar o mundo científico-tecnológico que está ao nosso redor, de forma a exigir a nossa participação nas decisões que envolvem nossos interesses. Além disso, comentam que trabalhar os conteúdos de todas as disciplinas visando a esse enfoque seria uma necessidade, frente a tamanho desenvolvimento tecnológico a que estamos cercados. Argumentam ser necessário que o homem avalie tal desenvolvimento de forma crítica e reflexiva.

CTS é uma forma de passar para as pessoas um pouco mais de conhecimento sobre a ciência e tecnologia, para que todos possam opinar e participar desse assunto. É preciso informar as pessoas de uma forma mais crítica, permitindo que elas possam refletir e colocar as suas opiniões e isso é de grande relevância também na matemática. (LC).

É uma perspectiva que proporciona uma interdisciplinaridade, que possibilita o trabalho em conjunto, promovendo um maior entendimento da aplicação, por exemplo, da matemática em nossa sociedade. (MB).

A matemática vista sob o CTS visa despertar a sociedade para que ela possa questionar e interagir com a ciência e tecnologia. Propõe uma mudança, estabelecendo uma crítica social construída. Uma sociedade informada e participativa dificilmente será enganada de forma absurda ou abusiva. Quando as pessoas passam a conhecer a ciência e a tecnologia em ambas as suas faces, podem começar a exigir que os benefícios superem os malefícios. Esse questionamento foi perfeitamente visível na atividade do caso simulado que desenvolvemos. (JC).

Confessam os alunos entrevistados que nunca haviam pensado que as pessoas pudessem exigir suas participações nos debates que envolvem interesses comuns. Porém, ressaltam que a partir do enfoque CTS, vêem possibilidades de despertar as pessoas para a crítica e que isso tem que ser iniciado já nas primeiras séries escolares, de forma que os alunos possam levar para sua realidade e outras instituições essa forma de conceber o conhecimento.

CTS pretende despertar nas pessoas o senso crítico de forma que possam exigir seu direito de participação na tomada de decisões voltadas para ciência e tecnologia, e que venham atingir a sociedade. (WC).

Seria necessário iniciar essa forma crítica de ver a matemática, logo nas primeiras séries escolares. Que abrissem nossas mentes para que pudéssemos realmente entender os objetivos da ciência e da tecnologia, enfim dos conhecimentos que aprendemos na escola. Só assim poderíamos e deveríamos interferir na sociedade, promovendo debates, fóruns e projetos. Basta querer. (FH).

A matemática vista através do enfoque CTS pode despertar o lado crítico das pessoas em relação à ciência e a tecnologia. Se todas as escolas tivessem um programa de conscientização, ou uma disciplina própria que proporcionasse esse questionamento, certamente as gerações futuras iriam brigar pela participação cada vez maior do público nas decisões que envolvem o interesse de muitos. (PH).

CTS é a relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade. É o questionar, tomar conhecimento dos avanços científico-tecnológicos que vêm acontecendo e permitir que a sociedade interfira neles, consciente, dos benefícios e malefícios que esse avanço traz às pessoas e ao meio em que vivem. A matemática considerada ciência também tem que ser vista em sua relação com a tecnologia e com a sociedade, conforme nós pudemos sentir na atividade do caso simulado. (JM).

Quanto à avaliação que os alunos fizeram de todas as atividades desenvolvidas, posso dizer que foi muito positiva. Eles comentaram que, a partir do ano em que o trabalho ora relatado foi desenvolvido, passaram a ter uma visão renovada da matemática, muito diferente daquela que os acompanhava desde as séries iniciais. Ressaltaram que não esperavam nada de novo na abordagem da disciplina de Matemática, pois estavam sempre acostumados a seguir uma apostila, a resolver exercícios e a estudar para prova. A forma com que foram abordados os conteúdos foi para eles uma experiência inovadora, a partir da qual puderam buscar, discutir e construir os conhecimentos em conjunto com a classe e com a professora.

Com isso, percebi que ao problematizar o cotidiano do aluno, dando uma nova resignificação ao simples ato de ensinar, o aprender flui naturalmente.

O grande problema que nós sempre enfrentamos na matemática é perceber para que aquilo irá servir em nossa vida. Através no enfoque CTS, percebemos que não é o conteúdo em si que irá ter relevância mas sim a forma como ele é concebido, como o interpretamos e qual a sua validade. É possível vermos o enfoque CTS em toda a matemática. (CB).

Conforme citam Freire e Shor (1986), precisamos chamar os alunos para conhecer e não memorizar o conhecimento. O aprender deve ser um constante desvendar da realidade, fazendo com que o aluno busque a emergência das consciências, em um processo do qual resulte sua inserção crítica na realidade.

Dessa forma, as estratégias de discussão oral e escrita que utilizei, além de permitirem uma participação mais efetiva dos alunos, também propiciaram o desenvolvimento de outras habilidades, dentre as quais a criatividade; a reflexão crítica e a capacidade de argumentação. Os estudantes confessaram que não haviam pensado, até então, em debater sobre a matemática e conhecer a sua história de uma forma mais crítica. Sempre foram acostumados a acreditar na resposta final, sem discutir ou ter oportunidade de resolver a questão de outra forma. Comentam:

Parecia que nós estávamos vendo outra disciplina que não a Matemática; havia oportunidade para todos. Quem gostava de falar sobre teoria e discutir sobre a matemática tinha sua oportunidade e quem gostava de resolver exercícios também tinha a sua. Nada era “massante”. Nenhuma aula era igual a outra. (CI).

O caso simulado, conforme já havia acontecido no desenvolvimento do plano de ação, caracterizou-se como a mais significativa das atividades. Os alunos a consideraram como uma atividade libertadora, que permitiu a eles construírem seus discursos, apresentarem suas

idéias e, ao mesmo tempo, aprenderem. Sentiram-se como propagadores do conhecimento, percebendo que o professor pode ser aquela personagem que não tem, todas as vezes, a palavra final.

O caso simulado foi uma atividade muito interessante. Não adiantava você querer decorar o assunto para expor, pois você não sabia o que o outro colega iria falar. (WC).

O caso simulado nos permitiu analisar as coisas sob vários ângulos, no entender dos vários conhecimentos. E, o mais importante, coube a nós a decisão final. (AT).

Foi uma das melhores atividades que eu já tive em toda minha vida escolar. Foi diferente, porque a gente sempre questiona a utilidade daquilo que aprende. E nessa disciplina nós analisamos muito o cotidiano. A gente via o que estava acontecendo. Diferente de tudo. Eu gostava dos filmes, das leituras. Eu aprendi muito mais do que esperava. (MS).

O despertar da curiosidade e a necessidade de esclarecimento motivaram os alunos a aprenderem. A atividade do caso simulado colocou-os frente ao inesperado, mudando a rotina de receber o conhecimento pronto e acabado. Não era a professora quem tinha que tomar a decisão, argumentar e decidir; o aluno passou a ser o ator principal, aquele que, além de representar precisava construir seu próprio ato. Freire (1996, p. 46) reforça essa questão, explicitando que *[...] uma das tarefas mais importantes da prática educativo-crítica é propiciar as condições em que os educandos em suas relações uns com os outros e todos com o professor ou a professora ensaiam a experiência profunda de assumir-se.*

A participação dos alunos na construção do conhecimento, entendendo seu surgimento, que necessidades veio atender, como ele é utilizado em nossa realidade, precisa ser sempre retomada em nossas aulas. Aprender não é somente copiar do quadro negro e reproduzir esse contexto. De acordo com Coll (1999) [...], aprendemos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender.

Penso que, por meio de leituras, filmes e discussões, podemos desmitificar a matemática, a fim de que ela não seja considerada como mero instrumento de cálculo para os outros conhecimentos, o que torna irrelevante a sua responsabilidade no contexto social.

Vendo a Matemática da forma como a vimos este ano, nos despertou para ver o mundo de uma forma mais crítica. Eu consigo assistir a um jornal, ler um texto e perceber o que está por detrás daquela notícia. Vejo até mesmo a influência da matemática embora não se trate de apenas números. Seria

muito bom que todas as disciplinas pudessem trabalhar dessa forma, enfocando o lado crítico e reflexivo do conhecimento. (AH).

Nesse sentido, matematizar passa a assumir a concepção colocada por Skovsmose (2001a, p. 51): [...] *formular, criticar e desenvolver maneiras de entendimento. Ambos, estudantes e professores, devem estar envolvidos no controle desse processo, que, então, tomaria uma forma mais democrática.* É preciso oportunizar aos alunos o entendimento de que o fato de a matemática ser considerada uma ciência exata não significa que ela tenha que sempre dar respostas definitivas. O caminho percorrido pela ciência, de forma geral, mostra-nos que nada é definitivo. O que é aceito como verdadeiro hoje, poderá não o ser amanhã. E o que temos hoje são apenas verdades e não “a verdade”.

Pude perceber que, ao aliar a Educação Matemática Crítica – na qual inseri a Resolução de Problemas, História da Matemática e a Modelagem Matemática – ao enfoque CTS, estamos evidenciando o conhecimento matemático em suas inter-relações e interdependências entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Nesse envolvimento, possibilita-se ao aluno compreender os efeitos da matemática na sociedade e a influência da sociedade no desenvolvimento de novos aportes matemáticos; os efeitos da tecnologia na sociedade e a sua dependência do conhecimento matemático; o impacto da ciência matemática no desenvolvimento tecnológico e o impacto da tecnologia em novas descobertas matemáticas. Isso implica que o processo ensino-aprendizagem exige que se assuma uma postura diferente por parte dos seus envolvidos, pois, para se evidenciar as inter-relações entre esses aspectos, devem ser considerados os fatores sociais, econômicos e históricos com os quais o conhecimento em questão está vinculado.



Considerando

*“Todo conhecimento humano é incerto,
inexato e parcial.”*

Bertrand Russel

Ao finalizar a pesquisa que me levou à ação, tive a sensação de não ter conseguido abranger todo o conjunto de dados de que dispunha, deixando, de repente, para trás uma rica infinidade de análises e reflexões que poderiam ser melhor aprofundadas e consideradas. Desde o início do trabalho, eu tinha a consciência de que seria impossível um tratamento no conjunto; mas, por outro lado, os estudos realizados indicavam-me a possibilidade de refletir sobre diversas variáveis de tal processo. Várias inquietações surgiram depois de eu haver encerrado a pesquisa empírica, dando-me a impressão de que poderia ter feito mais. Contudo, os caminhos, possibilidades, críticas e reflexões que emergiram no decorrer de todo o processo, além de se apresentarem como reforço de uma das idéias que me motivou a desenvolver a pesquisa – a de que muitas contribuições seriam possíveis – mostraram-me que, na construção de conhecimentos, não existe o “fazer tudo”, o trabalho “pronto e acabado”. Como sabemos, o conhecimento está em constante evolução; novos estudos e pesquisas, a cada momento, em cada contexto histórico-social, propiciam avanços e diferentes maneiras de entender a realidade e de nela intervir.

Diversas foram as limitações deste estudo, porém ele apresenta aos docentes da área de Matemática uma fonte de dados que poderá auxiliá-los a refletir sobre sua prática de sala de aula, apontando um caminho que pode ser seguido no processo ensino-aprendizagem do conhecimento matemático: a possibilidade de relacioná-lo com o contexto científico-tecnológico e social. Nesse sentido, a consideração anterior me dá respaldo para afirmar que, mesmo tendo encontrado várias limitações, os objetivos propostos para o presente trabalho foram atingidos.

9.1 Refletindo

Considero que, para ser possível a ocorrência de mudanças no ambiente escolar, mais precisamente em sala de aula, a questão de implantar ou modificar métodos e técnicas não é suficiente. Conforme Freire e Shor (1986, p. 48):

Se a educação libertadora fosse somente uma questão de métodos, então o problema seria mudar algumas metodologias tradicionais por outras mais modernas. Mas não é esse o problema. A questão é o estabelecimento de uma relação diferente com o conhecimento e com a sociedade.

Promover mudanças não constitui uma ação fácil e não ocorre de uma hora para outra. É preciso, antes de propô-las, analisar o entorno no qual elas precisam ocorrer. É necessário consultar os envolvidos no contexto a ser modificado, para que possam expor seus

anseios e necessidades, uma vez que uma nova proposta não deverá satisfazer apenas nossas próprias necessidades de trabalho, mas sim abarcar as necessidades de todo um grupo.

Como meu maior objetivo estava relacionado à proposição de estratégias no ensino-aprendizagem de matemática, foi necessário, em primeira instância, consultar a proposta educacional vigente, o currículo de matemática que estava sendo seguido na instituição em que leciono, bem como os grupos que poderiam aplicar e receber tal proposta. Dessa forma, por meio da pesquisa-ação, foi possível coletar com os participantes do estudo, informações de que eu necessitava para poder propor e executar a ação.

A análise realizada nos documentos oficiais fez-me perceber que a proposta que eu desejava implantar no ensino-aprendizagem de matemática estava em acordo com o que se estabelece tanto na LDB como nos PCNEMs. Assim sendo, iniciei a busca de informações junto aos docentes de Matemática da instituição na qual leciono. Conversando com eles, percebi que tinham consciência de que era preciso mais do que nunca uma mudança no ensino-aprendizagem da matemática. Porém, embora tivessem vontade de mudar, não sabiam como fazê-lo e, principalmente, tinham receio de pôr em prática mudanças que dificultassem ou até mesmo impedissem o cumprimento do currículo escolar. Nesse sentido, ficou mais uma vez registrado que um problema sério enfrentado pela reforma do ensino é a formação de professores em seu trabalho de sala de aula. Há um grande número de educadores matemáticos preocupados com quem deve ensinar bem matemática, com quem deve aprender bem matemática e com o que se deve fazer para atingir esses objetivos. Contudo, o que lhes faltam, muitas vezes, são subsídios para uma ação autônoma e coerente com as propostas oficiais, vindos tanto das instituições de ensino quanto das bases governamentais.

Outro grupo consultado foi o dos alunos, pois antes de implementar o plano de ação, percebi ser importante levar em consideração suas posições em relação ao ensino de matemática com o qual tinham tido contato durante seu cotidiano escolar. Ao entrevistá-los, foi possível perceber que estavam dominados pelo velho sistema escolar, caracterizado pela transmissão-recepção-memorização do conhecimento. Isso me ajudou a pensar a que tipo de transição eu teria que levá-los. Tive, portanto, que manter algumas tradições para não causar uma ruptura brusca.

Dessa forma, tendo em mãos as informações vindas dos dois grupos pesquisados, de posse da análise curricular realizada e ancorada na literatura, dei início às intervenções em sala de aula, com vistas a desenvolver e implementar o plano de ação. Em relação a tais intervenções, procurei deixar claro desde o início deste trabalho que minha intenção na disciplina de Princípios Tecnológicos não era a de acompanhar os alunos durante todo o ano

letivo. O objetivo era o de direcionar o enfoque CTS para atividades com o conhecimento matemático, testando sua viabilidade no ambiente escolar. Contudo, frente à proposta feita pela professora regente das classes, tive que mudar todo o rumo das atividades que seriam realizadas. Trabalhar toda a disciplina introduzindo enxertos CTS não foi algo simples; todavia, acredito que esse acontecimento foi um dos melhores ocorridos durante o desenvolvimento do meu estudo. Por meio dele pude adquirir maior segurança em relação às minhas ações e, principalmente, ao conteúdo do enfoque CTS. Passei a ver o conhecimento matemático muito mais claramente em assuntos que envolviam o contexto científico-tecnológico e social e, desse modo, consegui compartilhar essas experiências em atividades com os alunos. Foi possível todo um repensar, que resultou num trabalho inovador em sala de aula.

Comparando as duas intervenções que realizei na Educação Matemática, fundamentadas pelo enfoque CTS, penso que em grau de dificuldade para aplicação da proposta, o estudo que considerei como o desenvolvimento do meu plano de ação manifestou-se menos complexo, uma vez que, ao desenvolver o viés matemático dentro da disciplina de Princípios Tecnológicos, os alunos já haviam discutido sobre, ciência, tecnologia e sociedade, tendo reconhecido a importância de debater sobre tais assuntos. As questões sobre o papel da matemática no contexto científico-tecnológico e social puderam alcançar rapidamente um alto nível de aprofundamento que atingiu seu ponto máximo com um dos trabalhos finais, o qual tratou do conhecimento matemático. Porém, pelo fato de o professor de Matemática regente das turmas não se sentir à vontade para desenvolvermos um trabalho direcionado aos conteúdos da série, tive que me ater a assuntos com os quais os alunos já haviam trabalhado e outros que não exigissem muito aprofundamento, pelo pouco tempo que eu tinha para desenvolver tal proposta na já referida série.

Por outro lado, já na implementação do plano de ação propriamente dito na disciplina de Matemática, a dificuldade maior esteve no encaminhamento das primeiras discussões sobre a relação ciência, tecnologia, matemática e sociedade. Tive que, juntamente com os alunos, construir aula a aula o que vinha a ser cada termo e as suas relações, pois todo o estudo que viria à frente dependia das concepções que os alunos possuíam. Todavia, no que se refere ao conteúdo matemático, o trabalho na disciplina de Matemática foi muito mais gratificante do que na disciplina de Princípios Tecnológicos, principalmente porque o interesse dos alunos pelo conhecimento matemático era maior. Eles passaram a perceber, nos próprios conteúdos trabalhados na série, a necessidade de relacionar o contexto científico-tecnológico e social com a matemática. A substância que os diálogos foram adquirindo foi surpreendente. Não se

aceitava mais conceber o conhecimento matemático sem que houvesse primeiro uma discussão prévia sobre o assunto. Os alunos passaram a trazer informações e dúvidas que relacionavam a matemática com outras áreas. Discutíamos muito em horários fora de sala de aula. O interesse e a motivação pelo conhecer aumentaram significativamente.

Algumas das atividades que desenvolvi em sala de aula, como foi o caso das atividades coringa, não estavam diretamente relacionadas com os conteúdos da referida série. Contudo, ancoradas nas competências referenciadas no currículo da série em questão, elas vieram a contribuir para a formação da seguinte competência: compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático. Isso tornou-se de grande significância no decorrer das demais atividades, pois incentivou os alunos a questionarem, lerem com maior atenção as questões-problema e tentarem descobrir o que estava por detrás dos enunciados. Tais atividades fizeram-me refletir, enquanto pesquisadora-docente, que nosso compromisso em um currículo construído por meio de competências não é apenas o de trabalhar com o aluno conteúdos nele presentes, mas sim conteúdos que possam auxiliar na formação das competências estabelecidas no currículo em questão. As competências são construídas ao longo da trajetória escolar do aluno e, muitas delas, como foi o caso da que citei anteriormente, irão estender-se por toda a vida do aluno, enquanto cidadão. Por essa razão, muitas vezes se faz necessária a introdução de atividades que, mesmo que não estejam diretamente ligadas a um determinado conteúdo da série em questão, poderão preparar o aluno para que possa refletir criticamente sobre os demais conteúdos que virão pela frente.

Ao desenvolver as várias atividades com os alunos, pude perceber que o enfoque CTS, além de se articular em vários pontos com as tendências da Educação Matemática, está em consonância com a educação libertadora de Freire (1986, 1996), o que vem evidenciar, mais uma vez, que para atingir os patamares do enfoque CTS por meio da Educação Matemática Crítica torna-se necessária uma mudança na postura do educador. Não é nada fácil vencer a antiga tradição de transferência de conhecimento. Não basta estar disposto a mudar. É preciso despertar nos alunos o desejo de querer mudar também, visto que a transferência de conhecimento, a submissão, os textos prontos, as aulas expositivas e as provas estão arraigados em seus costumes. Vencer esse obstáculo foi meu primeiro desafio, pois as interpretações iniciais que os alunos faziam detinham-se apenas em reproduzir aquilo que estava escrito ou que fora visto durante as aulas, já que, conforme haviam revelado nas entrevistas, em sua vida escolar eles foram acostumados a pensar que seu papel sempre era de assistente passivo e que jamais deveriam interferir no conhecimento vigente. Entretanto, com

o tempo, a postura dos alunos mudou. A aprendizagem tornou-se algo que ocorria reciprocamente. Passamos a exigir mais um dos outros, a fim de que pudéssemos construir os novos conhecimentos com o máximo de contribuição de cada um. Tal situação se reflete mais uma vez na educação libertadora de Freire e Shor (1986, p. 46), quando eles referenciam que *tanto os professores como os alunos devem ser os que aprendem; devem ser os sujeitos cognitivos, apesar de serem diferentes. [...] tanto os professores como os alunos devem ser agentes críticos do ato de conhecer.*

Contudo, cabe comentar que toda nova estratégia que visamos implantar em sala de aula sofre limitações e dificuldades de compreensão. Trabalhar sob os pressupostos do enfoque CTS por meio da Educação Matemática Crítica não fugiu a essa possibilidade. Em ambas as turmas encontrei problemas quanto à execução da proposta. Na disciplina de Princípios Tecnológicos, os alunos tiveram dificuldades em compreender por que teríamos que iniciar com um estudo de suas concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade para, depois dessa compreensão, desenvolvermos as atividades mais práticas. Como foi possível verificar por meio de suas falas, eles acreditavam que em tal disciplina, pelo fato de ela ser intitulada “Princípios Tecnológicos”, iriam montar artefatos tecnológicos. Por isso, foi difícil para eles compreenderem o porquê daquelas discussões iniciais em torno do que era ciência, tecnologia, sociedade e suas relações. Para eles isso tudo estava entendido, bastaria partir para as aplicações práticas da ciência e da tecnologia. Porém, ao final das atividades, os alunos comentaram que conseguiram ter uma compreensão muito mais aprofundada e diferente daquela que possuíam sobre o contexto científico-tecnológico e social. Puderam entender a razão de se ter as discussões iniciais e reforçaram a necessidade de haver debates também em outras disciplinas, enfocando o conhecimento presente em cada uma delas.

Outro comentário pertinente foi o de que os alunos tiveram dificuldades em compreender o motivo de se estar trabalhando com a matemática numa disciplina que para eles *não tinha nada a ver com matemática*. Apesar de todo o trabalho que já havíamos desenvolvido e do nível de compreensão que os alunos conseguiram alcançar, ainda persistia a velha tradição de que um conhecimento não pode relacionar-se com os outros. Cada um tem que ficar fechado em sua *caixinha*. Porém, com o encaminhamento que foi sendo dado às atividades seguintes, os alunos tiveram um esclarecimento sobre a relação necessária entre os conhecimentos. Isso foi comprovado na entrevista final que realizei com eles.

Na disciplina de Matemática, algumas dificuldades encontradas foram semelhantes às da disciplina de Princípios Tecnológicos, no que diz respeito às discussões iniciais e à fragmentação do conhecimento. Os alunos questionavam quanto ao porquê de se trabalhar

com concepções de ciência, tecnologia, sociedade e suas relações, na disciplina de Matemática, assim como quanto à razão de se lerem textos, escreverem análises críticas e realizarem debates. A matemática com a qual estavam acostumados não tinha nada daquilo que estava sendo proposto a eles. Os alunos pensavam que não iriam aprender conteúdo matemático dentro daquele emaranhado de discussão e teoria. Para eles, tudo tinha que sempre estar bem separado: números e problemas seriam abordados na Matemática; textos, análises e interpretações seriam enfocados na Língua Portuguesa. Todavia, com o avanço de suas concepções, eles passaram a perceber a importância de se trabalhar daquela forma, ou seja, com textos, análises, filmes e outros recursos que pudessem relacionar a matemática com o mundo à sua volta. A partir de então, para poder construir o conhecimento matemático, tornou-se obrigatório para os alunos o envolvimento dos contextos teóricos e o prático em cada nova atividade. Os próprios alunos passaram a trazer textos e problemas, a indicar bibliografia condizente com o conteúdo estudado na série e, mesmo, com outras questões, que relacionam a matemática com o contexto científico-tecnológico e social em que eles estão inseridos.

Dessa forma, levando em consideração as reflexões, as críticas, os questionamentos, as limitações, as possibilidades e as contribuições ocorridas durante o estudo, foi possível validar a diretriz que prescrevi no início desse trabalho: ao serem desenvolvidas no ensino-aprendizagem de matemática estratégias voltadas para o enfoque CTS, estamos contribuindo para a formação de atitudes crítico-reflexivas em relação à ciência e à tecnologia, permitindo aos alunos elucidar o comprometimento do conhecimento matemático para com o contexto social. Nesse sentido, percebi que trabalhar a disciplina de Matemática por intermédio de atividades nas quais se apliquem os pressupostos da Educação Matemática Crítica visando ao enfoque CTS, juntamente com a Resolução de Problemas, Modelagem Matemática e a História da Matemática, se constitui num campo fértil em possibilidades para o ensino-aprendizagem. Além de estar em sintonia com a proposta sugerida nos PCNEMs, tais possibilidades remontam cenários para investigação que permitem abordar questões que levam os alunos a desenvolver seu senso crítico, ao tomarem decisões diante das situações que o contexto científico-tecnológico lhes apresenta.

Ao final das intervenções pedagógicas, sinto ter conseguido relacionar os conteúdos da matemática com temas CTS por meio da modalidade do enxerto e cumprir todo o currículo estabelecido para as referidas disciplinas. Além de perceber durante o ano letivo o entusiasmo com que os alunos encaravam as atividades propostas, tive um reforço nas entrevistas que realizei com eles, nas quais me deram um retorno muito positivo sobre tais atividades. Como

expressa Freire e Shor (1986), não precisei deixar de lado o rigor com que trabalhei os conteúdos constantes no currículo, pois o próprio rigor necessita da liberdade para ser aceito. Não precisei em momento algum exercer o autoritarismo para que os alunos realizassem suas tarefas. A cada dia de aula, eles se revelavam surpresos e motivados frente às atividades que lhes eram apresentadas. Pude perceber que o enfoque CTS destacou-se como promissor para o trabalho pedagógico no Ensino Médio, pela forma com que nele se concebe o conhecimento e, conseqüentemente, se exige uma nova concepção de ensino-aprendizagem. Ele caracteriza-se por uma organização conceitual que procura desenvolver atitudes que, por meio do estudo da ciência, favoreçam o julgamento voltado aos interesses sociais, buscando a compreensão das implicações do conhecimento científico e tecnológico. E o principal disso tudo é que o enfoque CTS exige uma mudança na postura do professor, uma vez que parte do princípio de que o objetivo do professor é a promoção de uma atitude criativa e crítico-reflexiva, ao invés de conceber o ensino como um processo de transmissão de informações por meio de “macetes” e memorização.

Com a inclusão do enfoque CTS, por meio da Educação Matemática Crítica, como possibilidade de integração de diversas abordagens para o relacionamento da matemática com o contexto científico-tecnológico e social, é possível interferir na melhoria da qualidade do ensino-aprendizagem. A matemática passa a ser entendida como uma maneira de ver as coisas e não como o único caminho para o estudo dos fenômenos e resolução de problemas quantitativos. Muito mais do que aprender matemática, é preciso incutir nos alunos a importância de interpretar, refletir e discutir sobre ela. Isso inclui a interpretação de problemas matemáticos de nossa realidade, como também textos e notícias que trazem informações nas quais a matemática se faz presente. Dessa maneira, é possível perceber que a aprendizagem torna-se mais significativa, já que, além de o aluno incorporar os conceitos matemáticos, ele tem oportunidade de discutir sobre esses conceitos, como e por que surgiram, como são utilizados hoje em nossa sociedade. Por intermédio da Matemática, precisamos educar crítica e reflexivamente, numa dimensão que ultrapassa os limites da matemática como instrumento de cálculo. Nesse contexto, as pessoas passam a indagar ou inquirir a vida por meio da matemática. Esse questionamento é acompanhado da reflexão, que abre os horizontes de compreensão do sujeito na interação com a realidade.

Todavia, não basta que proponhamos o desenvolvimento de diferentes atividades no ensino-aprendizagem de matemática; não basta que estejamos equipados com laboratórios, calculadoras, computadores; não basta que, como professores de Matemática, julguemos como legítimas as relações da Educação Matemática Crítica com o enfoque CTS. Em

conjunto com tudo isso, devemos estar atentos para a prática escolar como um todo e para o estilo de comunicação estabelecido no desenvolvimento das atividades, para que eles estejam em consonância com o ambiente de ensino-aprendizagem constituído pelas tendências da Educação Matemática e fundamentado pelo enfoque CTS.

No entanto, pela amplitude que possui o enfoque CTS, julgo que não deva ser incorporado apenas na disciplina de Matemática ou no ensino de ciências. Se todos os conhecimentos tivessem esse enfoque incorporado em seus conteúdos, o trabalho seria mais produtivo. Não se trata de desenvolver uma nova metodologia para que isso aconteça: em minha concepção, o enfoque CTS é mais uma postura epistemológica a se assumir do que uma metodologia a se seguir. Se desde as primeiras séries do Ensino Médio esse enfoque fosse trabalhado, poderíamos alcançar níveis profundos de discussão e grandes projetos poderiam ser desenvolvidos dentro e fora da escola. Numa linguagem muito mais aproximada de suas idades, os próprios alunos poderiam levar às outras comunidades escolares as suas observações, preocupações e propostas quanto ao contexto científico-tecnológico e social em que estão inseridos.

9.2 Alguns caminhos

Toda pesquisa resulta de reflexões, análises, questionamentos e contribuições. O estudo que desenvolvi não fugiu a essa regra. Minha intenção, desde que decidi tornar-me uma docente da Matemática, era a de poder possibilitar no ensino-aprendizagem de tal conhecimento a formação de atitudes que levassem os alunos a entender a relação que o conhecimento matemático tem com o contexto no qual vivemos. Encontrar uma saída para tal preocupação não foi nada fácil. Conforme vim relatando desde o início deste trabalho, foi necessário afastar-me duas vezes da sala de aula para participar de cursos de pós-graduação, discutir com os colegas docentes, retornar ao ambiente escolar para poder encontrar uma possibilidade de efetivar a proposta estabelecida pela LDB e pelos PCNEMs para o processo ensino-aprendizagem da matemática. Todavia, considero que essa não seja a única possibilidade, pois acredito haverem outras formas de se desenvolverem também outros trabalhos e encaminhamentos com vistas a tais fundamentos.

Entretanto, percebo que isso não depende unicamente da boa vontade do docente. Conforme comentei no decorrer deste trabalho, apesar de os docentes participantes deste estudo estarem dispostos a desenvolver novas estratégias em sala de aula, eles têm encontrado várias dificuldades, as quais envolvem o vestibular e a indisciplina dos alunos, entre outros

problemas. Todavia, o que lhes têm causado maiores complicações é a falta de formação frente à proposta apresentada pelos PCNEMs. É perceptível que, mesmo decorridos sete anos de existência dos Parâmetros, os docentes se sentem ainda inseguros em como poderiam estar desenvolvendo um ensino-aprendizagem na área de matemática que pudesse contemplar o que está previsto na proposta educacional. Essa dificuldade também foi por mim sentida durante muito tempo. Eu precisei participar de processos de formação continuada para poder desenvolver uma proposta. Não consegui interpretar o conteúdo presente na LDB e, por consequência dos PCNEMs, somente com a formação que eu possuía. Foi preciso avançar.

No entanto, isso não significa que toda formação continuada poderá fazer com que o docente consiga elaborar uma proposta de ensino-aprendizagem ancorada nos PCNEMs. Tal situação percebi ao entrevistar os docentes da instituição na qual atuo. Todos possuem no mínimo especialização, outros mestrado e até doutorado. Porém, mesmo aqueles com pós-graduação em áreas voltadas para a educação, parecem não conseguir desenvolver um trabalho pautado na proposta educacional vigente. As dúvidas são muitas. Os docentes revelam que necessitam ter contato com trabalhos que tenham sido desenvolvidos dentro da proposta dos PCNEMs, para que então possam aplicar estratégias diferentes em suas salas de aula, pois dificilmente têm conseguido efetivar uma proposta de ensino-aprendizagem diferente daquela que receberam em sua formação inicial.

Devo ressaltar, entretanto, que o fato de haver desenvolvido uma experiência – na qual relacionei a Educação Matemática Crítica com o enfoque CTS – e de verificar que a relação nela estabelecida encontra-se em harmonia com os pressupostos da LDB e dos PCNEMs, não significa que isso represente uma receita aos docentes que desejarem desenvolver um trabalho semelhante. Faz-se necessário, antes de tudo, que o docente tenha subsídios que permitam desenvolver tal trabalho, uma vez que não se trata de uma simples intervenção pedagógica. É preciso que ele possa, antes de iniciar uma atividade desse porte, rever principalmente, suas concepções de conhecimento e de ensino-aprendizagem, as quais na maioria das vezes não se dão no plano individual.

Dessa forma, por considerar que a relação estabelecida entre Educação Matemática Crítica e o enfoque CTS seria um dos caminhos possíveis para pôr em prática os pressupostos da atual proposta educacional, penso que tal reflexão deveria ser inserida na formação docente, seja ela inicial ou continuada. Nesse sentido, sem querer deixar nenhuma prescrição, tomo a liberdade de expor algumas possibilidades de como poderia ser feita a inserção do enfoque CTS em cursos para formação de professores.

✓ Nos cursos de licenciatura poderia ser incluída uma disciplina, tendo ou não a nomenclatura de CTS, que possibilitasse aos graduandos discussões em torno do conhecimento que estão adquirindo em tais cursos, enfatizando a relação existente entre os conhecimentos, as influências que sofrem e determinam, tanto no contexto científico-tecnológico, quanto no social.

✓ No curso de Licenciatura em Matemática especificamente, o enfoque CTS poderia ser introduzido nas discussões que envolvem as tendências da Educação Matemática, principalmente quando se tratar da Educação Matemática Crítica. Essa discussão faz-se necessária, até para argumentar aos licenciandos que tal enfoque encontra respaldo na proposta da LDB e nos PCNEMs.

✓ Em cursos de formação continuada de docentes, poderia ser introduzida uma disciplina, que não necessariamente tivesse o nome de CTS, mas que possibilitasse as discussões em torno do tema, relacionando-o com a área de conhecimento com a qual os docentes trabalham.

✓ Em cursos de formação continuada para docentes de Matemática, seria essencial haver uma disciplina que partisse de uma análise dos PCNEMs com vistas a respaldar o enfoque CTS em tal proposta; discutisse a importância da presença do enfoque CTS, ao subsidiar atividades na Educação Matemática e, principalmente, que revelasse que tal enfoque já possui alguns de seus pressupostos contemplados na tendência da Educação Matemática Crítica.

Apresento tais possibilidades como proposta para aqueles que sobre elas desejarem refletir comigo, pois considero que poucas intervenções no processo de ensino-aprendizagem podem ter tantas implicações quanto a atitude do professor, que é determinada pela concepção que possui do conhecimento. Isso denota que investir na qualidade de ensino é urgente e necessário. A postura epistemológica do professor tem uma relação direta com a formação dos alunos, uma vez que nenhuma outra pessoa é tão presente em tão longo espaço de tempo ou tem tanta influência sobre os alunos quanto nós, docentes.

9.3 Um encaminhamento para o futuro

Todas as idéias aqui apresentadas e discutidas não estavam presentes enquanto vivia minha prática docente, como professora de Matemática. Agora, talvez, seja o momento de implantar definitivamente, na minha prática de sala de aula, todas essas idéias que

experienciei nas duas disciplinas que tive oportunidade de acompanhar: uma enquanto pesquisadora-participante e outra enquanto pesquisadora-docente. Tais experiências, levarei para os graus superiores de ensino com os quais passarei a ter contato durante minha carreira profissional. Trabalhar a matemática sob o enfoque CTS não significa para mim apenas trazer o contexto científico-tecnológico para a sala de aula. Representa, sobretudo, assumir essa postura em meu dia-a-dia, em minhas atitudes enquanto profissional, seja em sala de aula, nas reuniões, nas discussões ou em qualquer curso que eu possa ministrar.

Relendo o que escrevi acerca de minhas inquietações docentes, consigo perceber que por intermédio do enfoque CTS passei a ter outra visão de matemática e de Educação Matemática as quais apresentam para mim diferenças bastante significativas se comparadas à visão que antes eu tinha delas. Sobre minha ação docente, as questões que agora me instigam dizem respeito a como colocar em prática na disciplina de Matemática, seja qual for o grau de ensino, a visão CTS por meio da Educação Matemática Crítica. Sei que o contexto que me espera poderá oferecer obstáculos à minha prática, diferentes daqueles vividos no estudo que desenvolvi. Mas sei, também, que esta pesquisa me dá suporte para enfrentar tais obstáculos, respeitando sempre as perspectivas de meus colegas e alunos. Assim, se minha prática docente provocou inquietações que me impulsionaram a desenvolver uma pesquisa, esta por sua vez, devolve-me uma prática com uma quantidade ainda maior de inquietações.

Como meu trabalho não se constitui em uma verdade definitiva e tampouco consegui estudar todas as variáveis do processo, considero que há outras possibilidades de interpretação. Longe de ser um trabalho pronto e acabado, como já ressaltai, reconheço minha incessante inconclusão e também a dos demais participantes do estudo. A interpretação que fiz dos dados pode não ter sido a melhor, uma vez que foi realizada dentro de um determinado contexto, num dado momento vivido. Dessa forma, deixo registradas algumas questões que se colocaram durante minha caminhada, como limitações deste ensaio e proposição para trabalhos futuros:

- ✓ A possibilidade de desenvolver atividades visando ao enfoque CTS por meio da Educação Matemática Crítica em todas as séries do Ensino Médio, iniciando pela primeira série e aprofundando as análises ao longo dos três anos do curso.
- ✓ O desenvolvimento de estratégias que contemplem o enfoque CTS por meio da Educação Matemática Crítica nos níveis de Ensino Fundamental e Superior.

✓ A aplicação de estratégias que viabilizem a introdução do enfoque CTS a começar em cada uma das três áreas do Ensino Médio (Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias; Linguagens, Códigos e suas tecnologias), com a possibilidade de futuramente abranger todas as três áreas ao mesmo tempo.

Essas proposições estão registradas como indagações para meus próximos trabalhos, mas cada leitor poderá encontrar tantas outras formas de abordagem, como também outros pontos a serem mais amplamente estudados.

Referências

“Mais importante que saber é saber onde encontrar”.

Rubem Alves

ABRAMOVAY, Miriam; CASTRO, Mary Garcia. **Ensino Médio: múltiplas vozes**. Brasília: UNESCO; MEC, 2003. 662 p.

ACEVEDO, J. A. D. A. **La formación del profesorado de enseñanza secundarias para la educación CTS: una cuestión problemática**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>>. Acesso em: set. 2001.

_____. Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 2, enero-abril, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores>>. Acesso em: set. 2004a.

_____. **Una breve revisión de las creencias CTS de los estudiantes**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>>. Acesso em: out. 2004b.

_____; ALONSO, Ángel Vázquez; MASSANERO, Maria Antonia. **Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el cuestionario de opiniones CTS**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>>. Acesso em: out. 2004a.

_____; _____. Avances metodológicos en la investigación de actitudes y creencias CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revistadeloslectores/acevedo.pdf>>. Acesso em: nov. 2004b.

_____; _____. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 2, n. 3, 2003. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/numero3/Art9.pdf>>. Acesso em: ago. 2003.

AIKENHEAD, Glean S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.S. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. Chapter 5. p. 47-59.

ALESSIO, Paulo A.; SHIMIZU, Y. **Ciência, técnica e tecnologia**. Curitiba: [s.n.], 1999. Texto avulso disponibilizado em sala de aula.

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. On the right Track. **For the Learning of Mathematics**, Vancouver, v. 16, n. 1, p. 2-8, feb. 1996.

ALVAREZ, F. M. **Hacia una visión social integral de la Ciencia y la Tecnología**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/vision.htm>> Acesso em: out. 2004.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas Ciências Sociais. In: _____. **O método nas Ciências Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998. cap. 4. p. 145-152.

ANDRE, M. E. D. A. Diferentes tipos de pesquisa qualitativa. In: _____. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 1998. cap. 2. p.27-34.

ANGOTTI, J. A. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. cap. I, p. 1-32.

ANNAUD, Jean-Jacques (Dir.). Guerra do fogo. Londres: Fox; São Paulo: Abril Vídeo, 1981. 1 videocassete (90 min), VHS, son., color., 16 mm.

ARAUJO, Jussara de L. **Cálculo, tecnologias e modelagem matemática**: as discussões dos alunos. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2002. 173 p.

ARTONI, Camila. Lei de Murphy. **Galileu**, São Paulo, n. 148, p. 20-27, nov. 2003.

AULER, Décio. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidade, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de física. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 6., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1998. 1 CD-ROM.

_____; DELIZOICOV, D. Visões de professores sobre as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2., Valinhos. **Anais...** Valinhos: ABRAPEC, 1999. 1 CD-ROM.

_____. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. 248 p.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem matemática**: concepções e experiências de futuros professores. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. 253 p.

BARONI, Rosa Lúcia S.; NOBRE, Sergio. A pesquisa em História da Matemática e suas relações com a Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. (Org) **Pesquisa em Educação Matemática**: Concepções & Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. 313 p.

_____; TEIXEIRA, Marcos Vieira; NOBRE, Sérgio Roberto. A investigação científica em história da matemática e suas relações com o programa de pós-graduação em Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho. (Orgs.). **Educação matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 164-185.

BASSANEZI, R. Modelagem matemática. **DYNAMIS - Revista Tecno-Científica**, Blumenau, v. 2, n. 7, p. 55-80, 1994.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: UFSC, 1998. 319 p.

_____; COLOMBO, Ciliana R. Educação tecnológica contextualizada: ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Revista de Ensino de Engenharia**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 9-16, 2001.

_____; CURY, Helena N. Formação crítica em Matemática: uma questão curricular? **Bolema**, Rio Claro, v. 14, n. 16, p. 29-47, 2001.

BIEMBENGUT, M. S. **Qualidade no ensino de Matemática na engenharia**: uma proposta metodológica e curricular. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. 251 p.

_____. **Modelagem matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática**. Blumenau: FURB, 1999. 134 p.

BLUM, W.; NISS, M. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects - state, trends and issues in mathematics instruction. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 22, n. 1, p. 37-68, 1991.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994. 333 p.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, Ole. A ideologia da certeza em educação matemática. In: SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2001. cap. 5. p.127-148.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. 4. ed. São Paulo: Saraiva. 168p. (Série Legislação Brasileira).

_____. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução n. 3 de 26 de junho de 1998**. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/cne/resolucao.shtm#2>>. Acesso em: fev. 2004.

_____. Ministério da Educação. **Exame Nacional do Ensino Médio**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem2001/prova/amarela_2001.pdf>. Acesso em: jan 2004.

_____. _____. **Exame Nacional do Ensino Médio**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem2002/prova/amarela_2002.pdf>. Acesso em: jan. 2004.

_____. _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais**: Ensino Médio: bases legais. Brasília: SEMT, 1999a. 188 p.

_____. _____. _____. **Parâmetros curriculares nacionais**: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: SEMT, 1999b. 114 p.

BROLEZZI, Antonio Carlos. **Conexões**: história da matemática através de Projetos de Pesquisa. Rio Claro: SBHM, 2003. 32 p. (Coleção História da Matemática para Professores)

CALDEIRA, A. D. **Educação matemática e ambiental**: um contexto de mudança. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1998. 328 p.

CARRAHER, T. N.; CARRAHER, D. W.; SCHILIEMANN, A. D. **Na vida dez, na escola zero**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 1991. 181 p.

CARVALHO, D. L. **A concepção de matemática do professor também se transforma.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1989. 153 p.

CEREZO, José Antonio Lopez. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos.* In: SANTOS, Lucy Woellner dos (Org). **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação.** Londrina: IAPAR, 2002.

_____. LUJÁN, José Luis; GORDILLO, Mariano Martín; OSÓRIO, Carlos. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).** Madrid: OEI, 2003. 170 p.

CHASSOT, Áttico. **A ciência através dos tempos.** São Paulo: Moderna, 1994. 191 p.

COLL, César; MARTIN, Elena. *A avaliação da aprendizagem no currículo escolar: uma perspectiva construtivista.* In: COLL, César et al. **Construtivismo na sala de aula.** São Paulo: Ática, 1999. cap. 7. p. 197-221.

CRUZ, Sonia Maria Silva Correa de Souza. **Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental.** Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 247 p.

CURY, Carlos Jamil. *O ensino médio no Brasil: história e perspectiva.* **Educação em Revista,** Belo Horizonte, n. 27, p. 73-84, 1998.

CURY, Edda. **Formação de professores polivalentes: uma análise de conhecimentos para ensinar Matemática e de crenças e atitudes que interferem na constituição desses conhecimentos.** Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004. 197 p.

CURY, Helena Noronha (Org). **Formação de professores de matemática: uma visão multifacetada.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. 190 p.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática.** São Paulo: Summus, 1986. 115 p.

_____. **Educação matemática: da teoria à prática.** São Paulo: Papyrus, 1996. 121 p.

DANTE, L. Roberto. **Didática da resolução de problemas de matemática.** São Paulo: Ática, 1989. 80 p.

DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. *A tirania social dos números.* In: _____. **O sonho de Descartes.** 2. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1998. p.59-79

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *Introduction: entering the field of qualitative research.* In: _____. **Handbook of Qualitative Research.** Califórnia: Sage Publications, 1994. cap. 1. p. 1-22.

DINIZ, Maria Ignez de S. V.; SMOLE, Kátia Stocco. Um professor competente para o Ensino Médio proposto pelos PCNEM. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 9, mar. P.39-43, 2002.

DOMINGUES, José Luiz; TOSCHI, Nirza Seabra; OLIVEIRA, João Ferreira. A reforma do Ensino Médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, p. 63-79, abr. 2000.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 16, p. 181-191. 2000.

ETGES, Norberto J. Produção do conhecimento e interdisciplinaridade. **Educação e realidade**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 73-82, jul/dez. 1993.

FARIA, Paulo Cezar. **A formação do professor de matemática**: problemas e perspectivas. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996. 159 p.

FASHEH, Munir. Matemática, cultura e poder. **Zetetiké**, São Paulo, v. 6, n.9, p.9-30, jan./jun. 1998.

FAUVEL, J.; MAANEN, J. van. **The role the history of mathematics in the teaching and learning of mathematics**. Discussion Document for an ICMI-Study Group (1997-2000), Luminy, 1998.

FAZENDA, Ivani Catarina. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. São Paulo: Edições Loyola, 2002. 119 p.

FERRONI, Marcelo. Prejuízo a perder de vista. **Galileu**, São Paulo, n. 147, p. 74-77, out. 2003.

FERRUZZI, Elaine C. **A modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos Cursos Superiores de Tecnologia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 156 p.

FIorentini, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino de matemática no Brasil. **Zetetiké**, São Paulo, v. 3, n. 4, p. 1-37, 1995.

_____; GERALDI, Corinta M. G.; PEREIRA, Elisabete M. de A. **Cartografias do trabalho docente**: professor(a)-pesquisador(a). São Paulo: Mercado de Letras, 1998. 335 p.

_____. **Formação de professores de matemática**: explorando novos caminhos com outros olhares. São Paulo: Mercado de Letras, 2003. 248 p.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: introdução à Filosofia e à Ética das Ciências. São Paulo: UNESP, 1995. 319 p.

FRANCHI, R. H. O. L. **A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem no cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1993. 148 p.

- FRANKENSTEIN, Marilyn. Educação matemática crítica: uma aplicação da epistemologia de Paulo Freire. In: BICUDO, Maria A. **Educação matemática**. São Paulo: Moraes, [19--]. 140 p.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970. 184 p.
- _____. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 163 p.
- _____; SHOR, I. **Medo e ousadia** - o cotidiano do professor. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986. 224 p.
- FREITAG, Bárbara. **Escola, estado e sociedade**. 6. ed. São Paulo: Moraes, 1986. 142 p.
- FREITAS, José Luiz Magalhães. Uma reflexão sobre crenças relativas à aprendizagem matemática. **Série Estudos-Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**, Campo Grande, n. 11, p. 99-110, jan./jun. 2001.
- GARCIA, Carlos Marcelo. **Formação de professores para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999. 271 p.
- GARCIA, Marta I. González; CERESO, José A. López; LOPEZ, José L. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Tecnos, 1996. 322 p.
- GARDNER, Martín. **Ah, Apanhei-te!** Lisboa: Gradiva, 1993. 244 p.
- GARNICA, A. V. M. Filosofia da educação matemática: algumas ressignificações de uma proposta de pesquisa. In: BICUDO, M. A. (Org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. cap. 1. p. 59-74.
- GAZZETTA, Marineusa. **A modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1989. 120 p.
- GIARDINETTO, José Roberto Boettger. **Matemática escolar e matemática da vida cotidiana**. Campinas: Autores Associados, 1999. 128 p.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 159 p.
- GODOY, Arilda Schmidt. A pesquisa qualitativa sua utilização em administração de empresa. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 65-71, jul./ago. 1995.
- GOMES, Romeu. A análise de dados em pesquisa qualitativa. In: DESLANDES, Suely F. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 67-80.
- GORDILLO, Mariano Martín; RAMIREZ, Ricardo Arribas; ÁLVAREZ, Angel Camacho; GARCÍA, Eloy Fernández. **Ciencia, tecnología y sociedad**. Madrid: Grupo Editorial Norte, 2001. 258 p.

_____: GALBARTE, Carlos González. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**. Madrid, n. 28, p. 17-59, Ene/Abr, 2002.

GRINSPUN, Mirian P. S. **Educação tecnológica**. In: GRINSPUN, Mirian P. S. Educação tecnológica: desafios e perspectivas. São Paulo: Cortez, 1999. p. 25-74.

GROENWALD, Claudia Lisete O. A Matemática e o desenvolvimento do raciocínio lógico. **Educação Matemática em Revista**, Rio Grande do Sul, v. 1, p.23-30, 1999.

GRUPO DE TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO. **Refletir e investigar sobre a prática profissional**. São Paulo: Associação de Professores de Matemática, 2002. 334 p.

GUROVITZ, Helio. A chave do tudo. **SuperInteressante**, São Paulo, n. 186, p. 56-62, mar. 2003.

IMENES, L.M. P. **Um estudo sobre o fracasso do ensino e da aprendizagem da matemática**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1989. 326 p.

JACOBINI, O. R. **A Modelação matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1999. 155 p.

KENSKI, Rafael. Por que os acidentes acontecem? **SuperInteressante**, São Paulo, n. 178, p. 74-78, jul. 2002.

KOEPSEL, Raica. **CTS no Ensino Médio**: aproximando a escola da sociedade. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 128 p.

KUENZER, Acácia Zeneida (Org.). **Ensino médio**: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 248 p.

LATOURE, Bruno. A Etnografia das ciências. In: LATOUR, Bruno. **A vida de laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. cap. 1. p.9-31.

LEAL, M. C. E; GOUVÊA, G. Ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade: comparando perspectivas do ensino formal e não formal. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2., Valinhos. **Anais...** Valinhos: ABRAPEC, 1999. 1 CD-ROM.

LELLIS, Marcelo; IMENES, Luiz M. O currículo tradicional e a educação matemática. **Educação Matemática em Revista**, Blumenau, v. 1, n. 2, p. 5-12, 1994.

_____. A matemática e o ensino médio. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 8, p. 40-48, abr. 2001.

LEWENKOPF, Caio. Erros, fraudes e acertos. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, v. 32, n. 192, p. 40-41, 2003.

LÜDKE, Menga; ANDRE, Marli E. D. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.

MACHADO, Nilson José. **Matemática e realidade**: análise dos pressupostos filosóficos que fundamentam o ensino da Matemática. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1991. 102 p.

McKAVANAGH, Charles; MAHER, Mary. Challenges to science education and the STS response. **The Australian Science Teachers Journal**, v. 28, n. 2, p. 69-73, 1982.

MEDINA, M.; SANMARTIN, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: _____; _____. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**: estudos interdisciplinares em la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública. Barcelona: Anthropos, 1990. cap. 1. p. 114-121.

MENDES, Iran Abreu. **Antropologia dos números**: significado social, histórico e cultural. São Paulo: UNESP, 2003. 67 p.

MIGUEL, Antonio. **Três Estudos sobre História e Educação Matemática**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1993. 274 p.

MILLER, George (Dir.). Óleo de Lorenzo. Los Angeles: Universal Pictures; Universal Pictures do Brasil, 1992. 1 videocassete (134 min), VHS, son., color., 16mm.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo: HUCITEC-ABRASCO, 1992. 269 p.

_____. Ciência, Técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: DESLANDES, Suely Ferreira. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1997. cap. 1. p. 9-29.

MION, R.; ANGOTTI, J. A.; BASTOS, F. P. Proposta educacional em Física: discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2., Valinhos. **Anais...** Valinhos: ABRAPEC, 1999. 1 CD-ROM.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti; REALI, Aline Maria de Medeiros Rodrigues. **Formação de professores, práticas pedagógicas e escola**. São Carlos : EDUFSCar, 2002. 203 p.

MOREIRA, Carlos Eduardo. **Formação continuada de professores**: entre o imprevisto e a profissionalização. Florianópolis: Insular, 2002. 78 p.

MORIN, Edgard. **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. 6. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2002. 118 p.

_____. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 128 p.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SANTOS, Widson Luiz P. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

MOYSÉS, Lucia. O conhecimento matemático e a teoria sócio-histórica: pontos de aproximação. In: _____. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. São Paulo: Papirus, 1997. cap. 2. p. 59-81.

NACARATO, Adair Mendes. **Educação continuada sob a perspectiva da pesquisa-ação**: currículo em ação de um grupo de professoras ao aprender ensinando geometria. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000. 344 p.

NETO, Otávio Cruz. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: DESLANDES, Suely Ferreira. **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1994. cap. 3. p. 51-66.

NOBREGA, Clemente. Tudo está em jogo. **SuperInteressante**, n. 175, p. 68-73, abr. 2002.

NUNES, Clarice. **Ensino Médio**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. 147 p.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa. Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria A. V. **Pesquisa em Educação Matemática**: concepções & perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999. cap. 3. p. 199-218

_____; ALLEVATO, Norma S. G. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria A. V.; BORBA, Marcelo de C. **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 213-231.

ORTEGA Y GASSET, J. **Meditación de la Técnica**. Madrid: Revista de Occidente, 1982. 170 p.

OSORIO, Carlos Osorio M. La Educación Científica y Tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y Experiencias para la Educación Secundaria. **Enseñanza de la Tecnología / Ensino da Tecnologia**, n. 28, enero-abril 2002.

PALACIOS, Fernando Alvarez; OTERO, Germán Fernández; GÁRCIA, Teresa Ristori. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996. 220 p.

PAULOS, John Allen. **As notícias e a matemática**: ou de como um matemático lê um jornal. Portugal: Publicações Europa-América, 1995. 242 p.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999. 90 p.

PERUZZI, H. B. U.; TOMAZELLO, M. G. C. O que pensam os estudantes sobre Ciência, tecnologia e Sociedade: influência do processo escolar. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2., Valinhos. **Anais...** Valinhos: ABRAPEC, 1999. 1 CD-ROM.

PILETTI, Nelson. **Ensino de 2º grau**: educação geral ou profissionalizante. São Paulo: EPU, 1988. 125 p.

_____. **História da educação no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1991. 183 p.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. Uma reflexão sobre a importância do conhecimento matemático para a ciência, para tecnologia e para sociedade. **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p.21-31, jun. 2003.

_____; BAZZO, Walter Antonio. Uma experiência matemática sob o enfoque CTS: subsídios para discussões. **Revista Perspectiva**, Erechim, v. 28, p.33-49, set. 2004.

PONTE, J. Pedro. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In: BROWN, M. et al. **Educação Matemática**: temas de investigação. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1992. p. 1-40.

_____; COSTA, Conceição; ROSENDO, Ana Isabel; MAIA, Ema; FIGUEIREDO, Nisa; DIONISIO, Ana F. **Atividades de investigação**: na aprendizagem da matemática e na formação dos professores. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação, 2002. 309 p.

POSTMAN, Neil. **Tecnopólio**: a rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Nobel, 1994. 164 p.

POZO, J. I.; ECHEVERRÍA, M. P. P.; CASTILLO, J. D.; CRESPO, M. A. G.; ANGÓN, Y. P. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre, 1998. p. 1-9.

PROGRAMA DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA. Apresentação. Disponível em: <http://www.ced.ufsc.br/ppgect.htm>. Acesso em: jan. 2005.

RIBEIRO, Maria Luisa Santos. **História da Educação Brasileira**: a organização escolar. 5. ed. São Paulo: Cortez, 1991. 180 p.

ROMANELLI, Otaiza de Oliveira. **História da educação no Brasil (1930-1973)**. 15. ed. Petrópolis: Vozes, 1989. 266 p.

ROPÉ, Françoise. Dos saberes às competências? In: ROPÉ, Françoise; TANGUY, Lucie. **Saberes e competências**. São Paulo: Papirus, 1997. p. 69-102.

RUBBA, P. A.; HARKNESS, W. L. Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science-technology-society interactions. **Science Education**, v. 77, n. 4, p. 407-431, 1993.

_____; SCHONEWEG, C.; HARKNESS, W. L. A new scoring procedure for the views on Science- Technology-Society instrument. **International Journal of Science Education**, v.18, n. 4, p. 387-400, 1996.

SACRISTÁN, J. Gimeno. Aproximações ao conceito de currículo. In: _____. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. Porto Alegre: Artmed, 2000. cap. 1. p. 13-54.

_____. O currículo moldado pelos professores. In: _____. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. Porto Alegre: Artmed, 2000. cap. 7. p. 165-200.

SANMARTIN, J. ORTÍ, A. Evaluación de Tecnologías. In: SANMARTIN, J. et al. **Estudios sobre sociedad y tecnología**. Barcelona: Anthropos, 1992. cap. 1. p. 42-66.

SANTOME, Jurjo Torres. Os motivos do currículo integrado. In: _____. **Globalização e interdisciplinaridade**. Porto Alegre: Artes medicas, 1998. cap. 2. p. 25-94.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A formação do cidadão e o ensino de CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003. cap. 3. p.57-90.

_____; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SANZ, Mariano Ayarzagüena; MORTALLA, Tomás Domingo; GÓMEZ, Yolanda Herranz; GONZÁLEZ, Agustín Ramón Rodríguez. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Noesis, 1996. 204 p.

SEABRA, Giovanni de Farias. **Pesquisa científica: o método em questão**. Brasília: UnB, 2001. 124 p.

SINGER, Henry (Dir.). No ritmo do sistema. Londres: BBC, 1999. 1 videocassete (48 min), VHS, son., color., 16 mm. (Série White Hite).

SKOVSMOSE, O. Mathematics as part of technology. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 19, p. 23-41, 1988.

_____. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia**. Campinas: Papirus, 2001a. 160 p.

_____. Em direção à Educação Matemática Crítica. In: _____. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia**. Campinas: Papirus, 2001b. p. 97-126.

_____. Cenários para Investigação. **Bolema**, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.

_____. Matemática em ação. In: BICUDO, Maria A. V.; BORBA, Marcelo de C. (Orgs.). **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. p. 30-57.

SOUZA, Antonio C. C.; LINARDI, Patricia R.; BALDINO, Roberto. R. Pesquisa-ação Diferencial. **Zetetiké**, v. 10, n. 17/18, p.9-42, jan./dez. 2002.

STAJN, Paola. Olhando Teresa e pensando Parâmetros. **Zetetiké**, v. 5, n. 7, jan./jun. 1997.

TAHAN, Malba. **O homem que calculava**. 54. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001. 224 p.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1988. 107 p.

THOMPSON, A. G. A relação entre concepções de matemática e de ensino de matemática de professores na prática pedagógica. **Zetetiké**, São Paulo, n. 1, p. 9-44, mar. 1997.

TORTAJADA, José Félix Tezanos; PELÁEZ, Antonio López. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Sistema, 1997. 281 p.

TRIGO, Luz Manuel S. Análisis de algunos métodos que emplean los estudiantes al resolver problemas con varias formas de solución. **Educación Matemática**, v. 8, n. 2, p. 57-59, ago. 1996.

TRIVIÑOS, Augusto. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987. 175 p.

TUÑÓN, Alberto Hidalgo; PRIETO, Salvador Centeno; RIERA, Manuel Gereduz; NANCLARES, Emilio J. González; PORTERO, Gabriel Ureña. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Algaida, 2001. 293 p.

VARIZO, Zaira da Cunha Melo. Implicações sociais no ensino da matemática. **InterAção**, v. 19, n. 1/2, p. 131-140, jan./dez. 1995.

VOIGT, J. The culture of the mathematics classroom: negotiating the mathematical meaning of empirical phenomena. In: SEEGER, F.; VOIGT, J.; WASCHESCIO, U. (Eds.) **The culture of the mathematics classroom**. Cambridge: Cambridge University, 1998. p. 191-220.

VOMERO, Maria Fernanda. Medidas extremas. **SuperInteressante**, São Paulo, n. 186, p. 42-46, mar. 2003.

ZANONI, Magda. Práticas interdisciplinares em grupos consolidados. In: PHILIPPI JR., Arlindo. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus, 2000. cap. 6. p. 111-130

ZYLBERSTAJN, A.; SOUZA CRUZ, S. M. S. C. Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência no Ensino de Ciência Tecnologia e Sociedade. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências, 4., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1994. 1 CD-ROM.

WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. **Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública**. Barcelona: Anthropos, 1990, p. 42-75.

ANEXO 1

Histórico do CEFET-PR, atual UTF-PR

Fonte: www.utfpr.edu.br/materia.php?page=historico&tipo=estatico

Histórico do CEFET-PR, atual UTF-PR

De Escola de Aprendizizes a Universidade Tecnológica

A história da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR teve início no século passado. Sua trajetória começou com a criação das Escolas de Aprendizizes Artífices em várias capitais do país pelo então presidente, Nilo Peçanha, em 23 de setembro de 1909. No Paraná, a escola foi inaugurada no dia 16 de janeiro de 1910, em um prédio da Praça Carlos Gomes.

O ensino era destinado a garotos de camadas menos favorecidas da sociedade, chamados de “desprovidos da sorte”. Pela manhã, esses meninos recebiam conhecimentos elementares (primário) e, à tarde, aprendiam ofícios nas áreas de alfaiataria, sapataria, marcenaria e serralheria. Inicialmente, havia 45 alunos matriculados na escola, que, logo em seguida, instalou seções de Pintura Decorativa e Escultura Ornamental.

Aos poucos, a escola cresceu e o número estudantes aumentou, fazendo com que se procurasse uma sede maior. Então, em 1936, a Instituição foi transferida para a Avenida Sete de Setembro com a Rua Desembargador Westphalen, onde permanece até hoje. O ensino tornou-se cada vez mais profissional até que, no ano seguinte, a escola começou a ministrar o ensino de 1º grau, sendo denominada Liceu Industrial do Paraná.

Cinco anos depois, a organização do ensino industrial foi realizada em todo o país. A partir disso, o ensino passou a ser ministrado em dois ciclos. No primeiro, havia o ensino industrial básico, o de mestría e o artesanal. No segundo, o técnico e o pedagógico. Com a reforma, foi instituída a rede federal de instituições de ensino industrial e o Liceu passou a chamar-se Escola Técnica de Curitiba. Em 1943, tiveram início os primeiros cursos técnicos: Construção de Máquinas e Motores, Edificações, Desenho Técnico e Decoração de Interiores.

Antes dividido em ramos diferentes, em 1959 o ensino técnico no Brasil foi unificado pela legislação. A escola ganhou, assim, maior autonomia e passou a chamar-se Escola Técnica Federal do Paraná. Em 1974, foram implantados os primeiros cursos de curta duração de Engenharia de Operação (Construção Civil e Elétrica).

Quatro anos depois, a Instituição foi transformada em Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (Cefet-PR), passando a ministrar cursos de graduação plena. A partir da implantação dos cursos superiores, deu-se início ao processo de “maioridade” da Instituição, que avançaria, nas décadas de 80 e 90, com a criação dos Programas de Pós-Graduação.

Em 1990, o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino Técnico fez com que o Cefet-PR se expandisse para o interior do Paraná, onde implantou unidades. Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBE), de 1996, que não permitia mais a oferta dos cursos técnicos integrados, a Instituição, tradicional na oferta desses cursos, decidiu implantar o Ensino Médio e cursos de Tecnologia. Em 1998, em virtude das legislações complementares à LDBE, a diretoria do então Cefet-PR tomou uma decisão ainda mais ousada: criou um projeto de transformação da Instituição em Universidade Tecnológica.

Após sete anos de preparo e o aval do governo federal, o projeto tornou-se lei. O Cefet-PR, então, passou a ser a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Atualmente, a Universidade Tecnológica conta com seis Campi, distribuídos nas cidades de Curitiba, Campo Mourão, Cornélio Procópio, Medianeira, Pato Branco/ Dois Vizinhos e Ponta Grossa. Cada um dos Campi oferece desde Curso Técnico até Pós-Graduação e diversas atividades de extensão.

Das diferentes denominações à primeira Universidade Tecnológica do Brasil:

1909 – Escola de Aprendizes Artífices do Paraná

1937 – Liceu Industrial do Paraná

1942 – Escola Técnica de Curitiba

1959 – Escola Técnica Federal do Paraná

1978 – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – Cefet-PR

2005 – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

História

A história do CEFET-PR tem início em 1910, quando foi implantada a Escola de Aprendizes e Artífices do Paraná, num modesto prédio na Praça Carlos Gomes em Curitiba.

Na Escola de Aprendizes e Artífices do Paraná eram ministradas aulas de feitura, de vestuário, fabrico de calçados e ensino elementar, destinados, inicialmente, às camadas menos favorecidas e aos menores marginalizados. Apesar de humilde, era o início da profissionalização no Paraná.

Em 1937, vinte e sete anos mais tarde, a escola passou a ministrar o ensino de 1º grau, em consonância com a realidade da época, sendo então denominada de Liceu Industrial de Curitiba. A mão-de-obra especializava-se nas atividades de alfaiataria, sapataria, marcenaria, pintura decorativa e escultura ornamental.

Já com um ambiente insuficiente, o Liceu ganhou uma área maior, na confluência da Avenida Sete de Setembro e Rua Desembargador Westphalen, onde funciona até hoje, porém com outra denominação.

Em 1942, o ensino industrial teve unificada sua organização em todo território nacional. A nova orientação atribuía-lhe a preparação profissional dos trabalhadores da indústria, dos transportes, das comunicações e da pesca. O ensino passou a ser ministrado em dois ciclos. No primeiro, incluía-se o industrial básico, o de mestria, o artesanal e a aprendizagem. No segundo, o técnico e o pedagógico.

Funcionando paralelamente ao ensino secundário, o ensino industrial começou a vincular-se ao conjunto da organização escolar do país, com a possibilidade de ingresso dos formandos nos cursos técnicos em escolas superiores diretamente relacionadas à sua formação profissional.

Instituiu-se a rede federal de escolas de ensino industrial, denominadas Escolas Técnicas, e o Liceu passou a chamar-se Escola Técnica de Curitiba. Nessa época, março de 1944, foi criado o primeiro curso de 2º ciclo na Instituição: o de Mecânica.

No início da década de 50, houve um acordo de cooperação entre Brasil e Estados Unidos no campo do ensino industrial, que tinha como objetivo a orientação, a formação e o treinamento de professores da área técnica do Brasil. Assim, criou-se o CBAI - Comissão Brasileiro-Americana Industrial.

Como conseqüência do acordo, elevou-se o padrão de qualidade do ensino técnico, particularmente da Escola Técnica de Curitiba, que sediou o CBAI.

Em 1959, com a reforma do ensino industrial, a legislação unificou o ensino técnico no Brasil que até então era dividido em ramos diferentes. A Escola ganhou autonomia, bem como nova alteração no nome: passou a chamar-se Escola Técnica Federal do Paraná e a ser considerada como unidade escolar padrão no Estado.

A partir de 1973, passou a ofertar os cursos de Engenharia de Operação na área da Construção Civil e Elétrica.

Foi transformada, em 1978, no Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, passando a ministrar também o ensino superior. A partir daí, a área de abrangência do ensino evoluiu gradativamente: ensino de segundo grau e superior, pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado), cursos de extensão, aperfeiçoamento; além de realizar pesquisas na área industrial.

ANEXO 2

Resumo dos trabalhos desenvolvidos sob o enfoque CTS

Resumo de trabalhos desenvolvidos sob o enfoque CTS

- 1) MION, R.; ANGOTTI, J. A.; BASTOS, F. P. Proposta educacional em Física: discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2., Valinhos. **Anais...** Valinhos: ABRAPEC, 1999. 1 CD-ROM.

Analizamos uma proposta processual que vem sendo construída via investigações e ações no ensino formal de Física, que busca a mutação de equipamentos tecnológicos "resolvidos" em equipamentos geradores de reflexão, indagação e conscientização. O processo é comprometido com as dimensões *temáticas* do ensino/aprendizagem e com a tríade *ciência, tecnologia e sociedade*. A estratégia utilizada pelos autores foi construir, na prática, o *programa* de investigação-ação. Os resultados mostram que o trabalho docente é possível nesta direção, seja na decodificação dos equipamentos ou na aprendizagem mais significativa dos universais da Física vinculados aos produtos tecnológicos tradicionais ou contemporâneos, usualmente *reconhecidos* pelos licenciandos e seus alunos do ensino médio. Ressaltamos a disjunção entre tecnologia muito acessível a usuários não reflexivos e conhecimento científico pouco acessível. Isso se justifica pelos desdobramentos da tradição do pensamento grego que separou a *techné* da *episteme* e, mais recentemente, pelos resultados da certeza do século passado que hoje parece ser ainda convicção: a melhoria imperativa da qualidade de vida pelo progresso da tecnologia dispensa qualquer questionamento. Cabe enfrentar esta disjunção no ensino de Física/Ciências e buscar os elos para melhoria da aprendizagem, sempre contando com o desejável interesse, sempre forte quando o sujeito se defronta com os "objetos" da tecnologia.

- 2) BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: e o contexto da Educação Tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998. 319 p.

A proposta deste trabalho é realizar uma análise crítica do ensino de engenharia no Brasil e, por decorrência, contribuir para a consolidação de uma política mais eficiente de formação do seu corpo docente. Identificando as lacunas e distorções da cultura científica e humanística na formação de parcela significativa dos professores, pretende-se analisar as conseqüências desta situação e propor um arco de atividades, leituras e inserções centrado na premissa básica de que esse ensino só sofrerá alguma modificação consistente se a comunidade desses professores se voltar para este intento. Para promover uma possível superação das prováveis deficiências detectadas no ensino de engenharia, este ensaio se fundamenta em três eixos direcionadores: a) estudos sobre os pontos básicos que norteiam esse ensino e a relação professor-aluno nesse processo; b) um levantamento das implicações decorrentes da falta de análise da relação entre ciência, tecnologia e sociedade nas estruturas curriculares atuais; c) reflexões sobre questões didático-pedagógicas. As categorias da história, da filosofia da ciência, da epistemologia e dos aspectos didático-pedagógicos, bem como da necessária conexão entre engenharia, cultura e sociedade, serão de fundamental importância para tais colocações.

- 3) BAZZO, Walter; COLOMBO, Ciliana R. Educação Tecnológica contextualizada: ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Revista de Ensino de Engenharia**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 9-16, 2001.

O trabalho visa a realizar uma reflexão sobre as interferências da tecnologia no desenvolvimento do ser humano, em especial da sociedade brasileira, cuja proposta de modernização segue um caminho pautado no desenvolvimento tecnológico. Esta proposta, seguida muitas vezes a risca pelos governantes é, no entanto, desprovida de reflexão, incluindo, em muitos casos, a absorção de tecnologia estrangeira sem qualquer adaptação contextual, aumentando mais e mais a exclusão e a desigualdade social de nosso país. Na perspectiva de mudança desse quadro, este estudo faz um apanhado das alternativas apresentadas por autores nacionais e estrangeiros, que aprofundam o tema Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que pode ser uma variante na compreensão deste fenômeno. Através destas muitas alternativas, algumas delas ainda desconhecidas, ou pouco trabalhadas nos meios acadêmicos, tal proposta preocupa-se em apresentar uma perspectiva de trabalho em educação tecnológica, com o intuito de levar a sociedade brasileira a uma participação mais efetiva no desenvolvimento tecnológico associado ao desenvolvimento social do país.

- 4) BAZZO, Walter; CURY, Helena N. Formação Crítica em Matemática: uma questão curricular? **Bolema**, Rio Claro, ano 14, n. 16, p.29-47, 2001.

Neste artigo são discutidos alguns problemas do ensino de disciplinas matemáticas em cursos da área de ciências exatas, especialmente aqueles relacionados com a falta de questionamentos e debates sobre as relações entre ciências, a tecnologia e a sociedade. Muitas IES estão promovendo mudanças nos currículos dos seus cursos de graduação, o que permitiria a introdução de estudos sociais sobre as ciências e a tecnologia (estudos CTS). A partir de uma rápida conceituação destes estudos, é apresentada uma sugestão para sua introdução nos currículos das licenciaturas em Matemática, com o objetivo de proporcionar uma formação crítica aos futuros professores dessa disciplina.

- 5) PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; BAZZO, Walter Antonio. Uma experiência matemática sob o enfoque CTS: subsídios para discussões. **Revista Perspectiva**. Erechim, v. 28, set, p.33-49, 2004

No presente trabalho, buscamos apresentar os resultados de uma experiência realizada com alunos da primeira série do Ensino Médio, do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná –CEFET/PR, na cidade de Ponta Grossa. Nosso objetivo foi verificar a viabilidade de utilização da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) através de estratégias que permitissem ao aluno questionar, refletir e avaliar o envolvimento do conhecimento matemático com as questões relacionadas ao contexto científico-tecnológico. Tecemos algumas considerações que podem trazer à tona a relevância do enfoque CTS para o espaço de ação da matemática, de forma a elucidar o comprometimento desse saber – em conjunto com os demais saberes – para com o contexto social. A análise dos dados apontou para a relevância de introduzir debates, análises escritas e leituras em sala de aula, como forma de romper com a concepção positivista e promover uma nova forma de entender a produção do conhecimento, destacando a responsabilidade política que os diferentes conhecimentos carregam.

- 6) CRUZ, Sonia Maria Silva Correa de Souza. **Aprendizagem Centrada em Eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. 247 p.

O enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) está fundamentado na proposição de que o ensino das ciências, além de proporcionar conhecimentos para compreender os fenômenos da natureza, também deve considerar as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Este trabalho, situado como de intervenção no ambiente escolar, apresenta um estudo que teve como objetivo analisar as possibilidades didáticas da abordagem Aprendizagem Centrada em Eventos (ACE), para a introdução de CTS no ensino fundamental. Para possibilitar essa análise, promovemos uma reflexão sobre como atingir professores, alunos e escola, sobre a elaboração de material didático apropriado e sobre como abordar questões interdisciplinares e sua realização no ambiente escolar. A partir deste trabalho, foi possível avaliarmos a abordagem em relação aos seguintes aspectos: face às questões transversais e interdisciplinares; enquanto o seu papel na formação de professores e alunos; enquanto estratégia de ensino; frente aos objetivos da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). A idéia que fundamenta esta abordagem é a de que conceitos científicos e suas aplicações tecnológicas, bem como suas relações com o social, podem ser melhor explorados se a aprendizagem dos mesmos for centrada em eventos que funcionam como um polo de integração da tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade. O Acidente Radioativo de Goiânia foi o evento escolhido para a elaboração de um módulo de ensino, aplicado em duas turmas de oitava série do ensino fundamental. Pela sua dimensão, o acidente de Goiânia possibilita a discussão de diferentes aspectos ligados à economia, à saúde, ao meio ambiente, ao risco social e pessoal. Por outro lado, sua compreensão envolve o entendimento de questões científicas e tecnológicas da atualidade. O evento permitiu estabelecer um ambiente propício para o trabalho da dimensão científica e de suas inter-relações com a social e a tecnológica. Em relação à produção do material, para atender as exigências de ensino dentro da perspectiva de CTS, buscamos suporte em conceitos desenvolvidos no âmbito da Didática das Ciências. Para inserção da abordagem no ambiente escolar, foram definidos procedimentos que atendessem às características da ACE e o núcleo básico de disciplinas que trabalhou em conjunto a aplicação do módulo de ensino (Professores de Geografia, Português e Ciências). A aplicação se deu em duas escolas, uma da rede pública municipal e a outra da particular, em um período de dois meses, utilizando em média três aulas por semana. Como resultados pode-se destacar que a abordagem escolhida possibilitou o tratamento das várias dimensões do nosso objeto de estudo e, nos levou a enfrentar diferentes níveis interdisciplinares (Curricular, Pedagógico e Didático) e que as aplicações constituíram-se em experiências significativas para professores e alunos e para a própria escola. Acreditamos que a experiência realizada permite vislumbrar uma estratégia, que poderíamos chamar de inovação por infiltração, que pode se mostrar mais efetiva do que mudanças curriculares radicais. Um outro aspecto importante foi a articulação de conceitos desenvolvidos no âmbito da Didática das Ciências com uma metodologia geral que pode ser aplicada na produção de material para trabalhar outros eventos.

- 7) AULER, Décio. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. 248 p.

Aborda-se a necessidade de associar ao ensino de conceitos científicos, a discussão e problematização de construções historicamente realizadas sobre a atividade científico-tecnológica e que dão origem ao que se denominou mitos. Três destas construções foram focalizadas: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico. Estes mitos são entendidos como manifestações, originados direta ou indiretamente, da concepção de neutralidade da Ciência-

Tecnologia, respaldando o modelo tradicional de progresso, segundo o qual o bem-estar social é decorrência linear do desenvolvimento científico-tecnológico. A estes mitos foram associados parâmetros, os quais, no seu conjunto, postulam a democratização da tomada de decisões em temas envolvendo Ciência-Tecnologia, apontando para a necessidade de superação das referidas construções. Os parâmetros que expressam uma compreensão sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, balizaram tanto a investigação da compreensão de professores de ciências sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, como os encaminhamentos a serem considerados em programas de formação inicial e continuada de professores. Metodologicamente, a pesquisa configurou-se segundo dois eixos, complementares: a explicitação e fundamentação dos parâmetros e a realização de entrevistas semi-estruturadas, realizadas com um grupo de 20 professores de ciências. Buscou-se avaliar o pensar do conjunto dos professores em termos de aproximações e distanciamentos relativamente aos parâmetros. Como síntese da análise, pode-se apontar uma tendência no endosso ao modelo de decisões tecnocráticas, assim como um posicionamento, diante do avanço científico-tecnológico, próximo do determinismo tecnológico. Por outro lado, houve uma significativa rejeição ao mito da perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia. Detectou-se, também, a presença significativa de contradições no pensar individual dos professores, aspecto atribuído, dentre outros fatores, a uma compreensão confusa, ambígua sobre a não neutralidade da Ciência-Tecnologia. Apontam-se oito dimensões a serem minimamente contempladas no processo de formação de professores e que podem contribuir para a superação destes mitos e contradições. Como exemplo, propõe-se cinco temas com os quais as dimensões apontadas serão trabalhadas na continuidade do trabalho.

- 8) SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A formação do cidadão e o ensino de CTS – Ciência, tecnologia e Sociedade. In: **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003. 144 p.

O livro visa a delinear considerações filosóficas e sociológicas em torno do conceito de cidadania e da sua relação com a educação. Tais considerações esboçam pontos teóricos fundamentais para maior compreensão e interpretação das proposições desenvolvidas durante todo o livro. Discorre sobre a importância do ensino de química para formar o cidadão na educação básica, além de apresentar a revisão da literatura sobre o movimento mundial de CTS. Por meio de tal revisão faz proposições que caracterizam os componentes curriculares do ensino de química para formar o cidadão. Nesse sentido, faz a caracterização do ensino de química para formar o cidadão, estabelecendo os princípios gerais para a elaboração de propostas curriculares para o referido ensino, bem como as condições para a sua implementação.

- 9) KOEPSEL, Raica. **CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 128 p.

Este estudo pretende discutir uma alternativa ao ensino de ciências que se pratica em muitas escolas brasileiras, o ensino tradicional voltado quase que exclusivamente ao Vestibular, um ensino que prioriza a utilização de macetes e músicas como forma de atingir o sucesso em provas de seleção para acesso ao Ensino Superior. Não é intenção desta dissertação propor discussões em torno da forma como é feita esta seleção, apesar de acreditar que estas discussões são necessárias e importantes, mas sim a reflexão de até que ponto se faz

necessária a utilização dos recursos de memorização e de repetição como forma garantida de sucesso nos exames de seleção (Vestibular). Além do mais, a formação de cidadãos apresentada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, vem dar suporte a pesquisas e trabalhos no sentido de buscar por estas alternativas ao ensino. Partindo desta preocupação com a formação dos adolescentes (cidadãos) que integrarão a sociedade, propomos uma alternativa que possa colaborar com o ensino sem prejudicar o acesso ao Nível Superior, mas que também possa formar adolescentes com uma visão mais crítica e reflexiva. A alternativa aqui defendida e proposta, constitui-se na inserção, no Ensino Médio, de discussões que reflitam a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como uma das possíveis formas de contextualizar temas de sala de aula que favoreçam a reflexão e a análise crítica de determinados problemas.

ANEXO 3

CIÊNCIA, TÉCNICA E TECNOLOGIA

ALESSIO, Paulo A.; SHIMIZU, Y. **Ciência, técnica e tecnologia**. Curitiba: [s.n.], 1999. Texto avulso disponibilizado em sala de aula.

CIÊNCIA, TÉCNICA E TECNOLOGIA

Paulo A. Alessio
Y. Shimizu

RESUMO

O presente artigo visa a trazer um conceito do que vem a ser a tecnologia, segundo a visão de Milton Vargas, a partir dos conceitos de: técnica, teoria e ciência moderna. Procura, também, apresentar um panorama da história da técnica até o surgimento da tecnologia.

Palavras-chave: Ciência, Técnica, Tecnologia

ABSTRACT

This paper aims at bringing about a concept on technology, according to Milton Vargas departing from concepts of: techniques, theory and modern science. It seeks to present a view of history of techniques until the advent of technology.

Key words: Science, Techniques, Technology.

1. INTRODUÇÃO.

Atuando no contexto da Educação Tecnológica por mais de duas décadas, os termos ciência, técnica e tecnologia passaram a fazer parte do acervo vocabular de uso cotidiano, tanto no exercício do magistério, como nos misteres administrativos.

Entretanto, os profissionais dessa área raras vezes se detêm para efetuar uma reflexão sobre esses termos e acerca desse contexto cultural.

Torna-se, pois, oportuno examinar as noções de ciência e de técnica sob um enfoque histórico e aí inserir a de tecnologia para indagar sobre o sentido e o significado desses termos para a sociedade contemporânea.

Com este objetivo, foi tomado como fio condutor das reflexões a comunicação denominada “O ‘Logos’ da Técnica”, de autoria do professor Milton Vargas, apresentado no Seminário Jorge Sabato de Política Científica e Tecnológica, em 1988, no México, e constante da obra “Por uma Filosofia da Tecnologia”.

O motivo que levou os autores a optar pela citada comunicação originou-se do fato de Milton Vargas ter sido um destacado vulto no ensino da Engenharia, tendo-se aposentado como professor catedrático emérito da Universidade de São Paulo e, acima de tudo, um dos mais conceituados pensadores nas áreas da Epistemologia, da Metodologia Científica e Tecnológica e da História da Ciência, com quatro livros e mais de uma centena de artigos publicados, tendo sido membro do Instituto Brasileiro de Filosofia durante meio século e seu vice-presidente na última década.

Assim, para iniciar o exame do assunto em pauta, reportou-se ao período paleolítico, em que se originou a técnica, para transportar-se à Grécia Clássica, quando surgiu a teoria e a

“techné”, ao Renascimento com a origem da ciência moderna, pelo início da tecnologia para, enfim, atingir o período contemporâneo.

2. A TÉCNICA E A CIÊNCIA ANTES DA IDADE MODERNA.

A técnica é tão antiga quanto o homem, porquanto pode-se dizer que, quando o homem paleolítico confeccionou o primeiro utensílio com a pedra lascada, estava iniciando o emprego da técnica.

Os conceitos de homem e de técnica são tão próximos que não se pode referir a um sem utilizar o outro para completar a caracterização dos mesmos (Vargas, 1994, p.172). Faltando um deles para a compreensão desses conceitos, eles se tomam uma abstração. Daí a importância do ser humano como “homo faber”.

Outro componente fundamental do conceito de homem é a linguagem.

Os antropólogos vêm mostrando que todo homem necessariamente tem uma linguagem. Nessas condições pode-se dizer que a essência do fenômeno humano é a trilogia homem-linguagem-técnica. Como afirma Milton Vargas (1994, p. 172), “só é humano aquele ser que possui a capacidade de se comunicar pela linguagem e a habilidade de fabricar utensílios pela técnica”..

Em seu ensaio “O ‘Logos’ da Técnica”, esse autor, interpretando o pensamento do paleontólogo tridentino Bernardo Bagolini, assevera que o pesquisador italiano “mostrou, a partir do estudo da evolução da fabricação do instrumento pelo homem pré-histórico, que o surgimento da humanidade dá-se com o aprendizado técnico” (Vargas, 1994, p. 173).

Assim, em uma primeira fase, o hominídeo utiliza objetos naturais, agindo sobre pedras e cascalho. Depois, começa a conceber o utensílio e, por fim, as tentativas de padronização, tanto do processo como do produto.

Nos períodos mesolítico e neolítico, a técnica abrangia a cerâmica à pedra polida, a construção de habitações, a confecção do vestuário, a domesticação dos animais, a tecelagem e a agricultura, a fabricação do vinho e da cerveja, a invenção da roda e das primeiras máquinas simples e a cura de diversas enfermidades.

Essa técnica era propriedade coletiva da comunidade e, na maioria das vezes, era transmitida aos descendentes por meio de mitos. Até mesmo procedimentos mais abstratos, como a contagem do tempo, a medida das terras ou a invenção da escrita eram atribuídas às entidades míticas.

No período histórico conhecido como Antiguidade, surgem, em diversas regiões do Planeta, os processos lógicos de raciocínio e de reflexão e começam a aparecer os pensadores individualmente identificados pelas suas realizações intelectuais. São, pois, enunciadas as noções de teoria, de ciência e de techné.

O termo teoria origina-se do grego “theoría”, que tinha o sentido de ação de contemplar e examinar e, também, de estudo. (Ferreira, 1986, p. 1664).

A teoria apareceu na Grécia, no século VI a.C., como uma maneira de conhecer. Consistia em ver “com os olhos do espírito, por trás das aparências confusas e cambiantes das coisas, uma forma estável e perene sobre a qual se pode pensar logicamente” (Vargas, 1994, p. 176), ou seja “consistia no pensar as coisas, não na totalidade de seus atributos e aparências, porém na abstração de tudo o que não fosse essencial para a compreensão do que era pensado.”

De acordo com a concepção vigente nos dias atuais, a teoria é um conjunto de proposições de teor nomotético que, logicamente organizado, se desenvolve em raciocínios, viabilizando a descrição, a compreensão e a explicação da realidade objetiva.

Nesse contexto, surge então a ciência, que é um sistema de saber simbólico, objetivo, teórico, explicativo da realidade pensada e experienciada, ou seja, da natureza e da cultura..

Por Outro lado, a técnica deixa de ser aquele legado mítico comunitário, para se tomar a ‘techné’, um tipo de conhecimento especializado, destinado a resolver problemas práticos, a orientar os homens em suas questões vitais, na construção de instrumentos e edificações e a ajudar na cura de doenças. “São, portanto, saberes de como fazer algo, não baseados na

lógica, mas que pretendem ser exatos, sem nenhuma necessidade de recorrer ao sobrenatural, como os mitos” (Vargas, 1994, p. 177).

Contudo, até o final da Idade Média, as técnicas eram arcaicas e primitivas, baseadas unicamente na experiência e nos ensinamentos transmitidos nas oficinas e nas corporações de ofícios.

O conhecimento técnico podia ser adquirido, tanto pela experiência prática, como pelo estudo dos manuais (compêndios de instruções legados pelas gerações anteriores de profissionais, em forma de manuscritos, zelosamente guardados pelas guildas ou corporações de ofícios).

3. A TÉCNICA E A CIÊNCIA A PARTIR DA IDADE MODERNA.

Com o advento da Renascença, há um nítido aprimoramento nos processos de produção, com a melhoria das ferramentas e equipamentos, do emprego de novos materiais e dos procedimentos adotados, resultando no aumento da qualidade e da produtividade.

A técnica, segundo Ruy Gama (1986, p. 30), “é o conjunto de regras práticas para fazer coisas, envolvendo a habilidade do executor, no uso das mãos, dos instrumentos, ferramentas e máquinas

A transmissão dessas regras práticas que constituem a técnica pode ser efetuada de forma verbal e/ou escrita e no próprio trabalho, conforme comentário acima enunciado. Ela pode ser, também, entendida como uma forma simbólica, exatamente como a arte, visto que a técnica envolve criatividade, o saber fazer hábil.

Pode-se verificar com facilidade essa aproximação na Renascença, em que os artistas também formavam suas guildas. Leonardo da Vinci é um típico representante desse período. É do conhecimento geral de que ele foi engenheiro e pintor.

Consoante Milton Vargas (1994, p. 182), “a técnica não é só um conjunto de instrumentos, equipamentos e máquinas, processos e atividades humanas; ela inclui um sistema de símbolos, através dos quais a natureza é vista como algo de manipulável, segundo decisões humanas”.

Outrossim, “não se pode dizer que o homem inventou a técnica, pois não há homem antes da técnica. Deve-se aceitar, então, que ela emergiu de um inconsciente coletivo, como um mito ou como crença e evoluiu para uma forma de ver o mundo como cultura. Os instrumentos produzidos da técnica são objetos concretos, mas a própria técnica é uma entidade cultural abstrata”.

A ciência, a partir do Renascimento, vem sendo uma atividade de domínio da natureza. “Saber é poder” é um dito típico dessa época.

Ela possui uma via teórica e uma via prática. E o resultado da conjugação das duas. É um sistema simbólico, inventado pelo homem, numa certa época e lugar, para o conhecimento teórico da natureza e da cultura, que se ‘põe’ como objetivamente válido.

Em sua origem, na Grécia Antiga, estava ela inserida na abrangência da Filosofia. E esta foi originada da curiosidade e do espanto diante das coisas que se encontravam no mundo.

Entretanto, a ciência moderna surgiu no Renascimento, como consequência da iniciativa de príncipes e burgueses esclarecidos, em traduzir as obras antigas dos sábios gregos e latinos, e de se apropriar dos conhecimentos aí contidos, acrescentando-os aos disponíveis desde a Idade Média.

Com o advento do racionalismo e do empirismo na Filosofia, e com a implantação do iluminismo em toda a Europa, surge a convicção de que tudo o que é feito nos campos da técnica e das artes pode também ser feito por meio dos conhecimentos científicos. Surge, então, a indução como o modo válido de raciocínio, a partir de dados experimentais.

E os fatos começam a ter primazia como critério de validade das afirmações deduzidas das teorias explicativas da realidade.

4. O NASCIMENTO DA TECNOLOGIA.

Passa-se, então, a ocorrer uma maior convergência entre a ciência e a técnica, buscando-se na ciência as explicações para os fatos da alçada da técnica.

Um exemplo marcante é a aplicação da teoria dos momentos da Mecânica Racional na resolução do problema da construção da viga em balanço, realizada por Galileu.

Entretanto, essa conjugação apresentou fracassos sucessivos por quase dois séculos, até que a própria ciência começou a ser bem sucedida ao tentar explicar os resultados da técnica.

Isso aconteceu com a máquina a vapor, cujo funcionamento vai ser explanado pela Termodinâmica.

Com o início da eletricidade, o processo inverteu-se. “A teoria passa à frente da prática e as máquinas elétricas já começam a ser calculadas e construídas a partir da teoria científica” (Vargas, 1994, p. 179).

Com a eletrônica, o processo do fluxo do saber, indo da teoria para a prática, se estabeleceu definitivamente. Mas, até há pouco, ainda se insistia em proclamar o primado da técnica sobre a teoria.

Somente após a Segunda Guerra Mundial, é que se firmou a opinião de que toda realização técnica deve ser conduzida por um estudo prévio de teor científico. Estabeleceu-se, assim, definitivamente a tecnologia.

Na visão de Milton Vargas (1994, p. 180), “a essência da tecnologia foi encontrada no emprego do saber científico moderno para a solução dos problemas da técnica”.

5. O SURGIMENTO DO TERMO TECNOLOGIA NO VERNÁCULO.

Consoante Ruy Gama (1986, p. 40), a palavra ‘tecnologia’ apareceu pela primeira vez em Língua Portuguesa na obra do padre Rafael Bluteau, que a emprega no sentido adotado pelo inglês seiscentista.

Dentre os autores brasileiros, talvez tenha sido José Bomfácio de Andrada e Silva o primeiro a empregar o termo tecnologia, em discurso proferido, em 1815, na Academia Real de Lisboa, da qual era secretário: “...a Ciência da Natureza e suas vastas aplicações à Agricultura, à Tecnologia e à Economia, em cujos estudos se es-meram as nações cultas da Europa, ainda estão pouco correntes entre nos...”

Outra citação do termo pode ser encontrada nos programas do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica de São Paulo, do ano de 1895, publicado no Diário Oficial do Estado, em que aparece a cadeira “Tecnologia das Profissões Elementares”.

6. A TECNOLOGIA NA ATUALIDADE.

A tecnologia é o ‘logos’ da técnica, entendendo-se o termo ‘logos’ como: ‘razão’, ‘inteligibilidade’ e, ainda, como ‘especialista em...’

No mesmo período em que a técnica européia coexistia com a tecnologia recém-nascida, apareceram a industrialização e a engenharia.

A finalidade da indústria é a fabricação de produtos, cada vez mais apoiada em conhecimentos e organização oriundas das Ciências Aplicadas.

A engenharia confunde-se até hoje com a tecnologia, pois é uma profissão técnica apoiada em teorias científicas.

Como muito bem ressalta Vargas, na comunicação em pauta (1994, p. 179), existe uma diferença fundamental “entre tecnologia de um lado e a engenharia e a indústria de outro, porquanto, a engenharia e a indústria visam especificamente ao projeto e à construção de determinados produtos e obras, utilizando para isso a técnica e a tecnologia. Mas, a tecnologia não visa específica e diretamente às obras ou aos produtos. Ela estuda, sob enfoque científico, os materiais, os processos e os métodos de projeto, construção e fabricação, que são empregados pela engenharia e pela indústria, nas suas finalidades específicas”.

Ela é uma simbiose dos sistemas simbólicos da técnica e da ciência moderna, cuja essência é uma visão mental da realidade (como a teoria), porém alicerçada na contextura utilitária da sociedade contemporânea.

A tecnologia, atualmente, pode ser entendida como sendo a capacidade de perceber, compreender, criar, adaptar, organizar e produzir insumos, produtos e serviços. Em outros termos, a tecnologia transcende a dimensão puramente técnica, do desenvolvimento experimental ou de pesquisa em laboratório; ela envolve dimensões da engenharia de produção, qualidade, gerência, 'marketing', assistência técnica, vendas, dentre outras, que a tomam um vetor fundamental de expressão da cultura das sociedades.

7. CONCLUSÃO

Em resumo, a tecnologia, já no nascedouro (a partir do século XVII), busca o saber-fazer baseado, no entanto, na teoria e na experimentação científica.

Confunde-se, pois, com a atividade de transformação do mundo, procurando resolver problemas práticos, construir instrumentos e artefatos, apoiada em conhecimentos científicos e através de processos cientificamente controlados. Trata-se, portanto, do acervo da ciência dos materiais e da fabricação de instrumentos.

A essência da tecnologia, como já foi dito, consiste no emprego do saber científico para a solução de problemas apresentados pela aplicação de técnicas, ou seja, é a simbiose das teorias da ciência e do conhecimento prático da técnica em busca de uma verdade útil.

Consoante João Augusto Bastos (1998, p. 13) “a tecnologia é um modo de produção, utilizando a totalidade dos instrumentos, dispositivos, invenções e artifícios. Por isso, é, também, uma maneira de organizar e perpetuar as relações sociais no âmbito das forças produtivas. Assim, é tempo, espaço, custo e venda; pois não é apenas fabricada no recinto dos laboratórios e usinas, mas reinventada pela maneira como for aplicada e metodologicamente organizada”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BASTOS, João Augusto S.L. de A. (org.) *Tecnologia e interação*. Curitiba: CEFET-PR, 1998.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo dicionário da língua portuguesa*. 2.ed., Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986.

GAMA, Ruy. *História da técnica e da tecnologia*. São Paulo, T.A. Queiroz/Edusp, 1985.

ORTHEGA Y CASSET, José. *Meditação sobre a técnica*. Rio de Janeiro: I. Liberal, 1991.

VARGAS, Milton. *Por uma filosofia da técnica*. São Paulo: Alfa-Ômega, 1994.

ANEXO 4

Conceitos de técnica, ciência e tecnologia

PALACIOS, Fernando; OTERO, Germán Fernández-Posse; GARCIA, Teresa Ristori. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996. p. 120-181.

(Resumo traduzido por Nilcéia A. M. Pinheiro)

1- Conceitos de técnica, ciência e tecnologia

Os conceitos de técnica, ciência e tecnologia têm feito parte de nossa vida. Constantemente os encontramos nos meios de comunicação, em livros que lemos, em nossas conversas cotidianas. Ciência, técnica e tecnologia são conceitos complexos e abundantemente abordados na literatura, com o propósito de clarear os respectivos significados. Todavia, ainda que tentemos definí-los da forma mais genérica possível, sempre tenderemos a restringir-lhes os sentidos.

Mediante a técnica, o ser humano modifica modifica seu entorno (a natureza), os objetos e as substâncias materiais para melhorar suas condições de vida e satisfazer suas necessidades. A ação transformadora do meio, que o homem desenvolve através de sua atividade técnica, é de caráter sistemático, pois consiste em uma sucessão de ações ou procedimentos que se coordenam entre si (formando um sistema) para obter certo resultado. Por outro lado, esse resultado que se pretende obter, independentemente do que se consiga, há de estar definido a priori. Ou, então, o homem propõe um fim e desenvolve as técnicas necessárias para alcançá-lo. Assim, podemos falar do caráter intencional da técnica. Dessa forma, podemos pensar que a técnica consiste em toda reforma sistemática e intencional que o homem impõe na natureza com vistas à satisfação de suas necessidades.

Ao aceitar essa definição de técnica, devemos ter em conta a particular natureza que têm as necessidades humanas. Diferente dos demais seres vivos, o homem produz seu sustento, reproduz-se e protege-se de todo aquele que pode ser uma ameaça para sua vida. O ser humano não se limita às suas necessidades para alargar a sua vida e perpetuar sua espécie. Não nos conformamos com o viver, mas sim com o viver bem. Assim, nossas necessidades não se reduzem às necessidades elementares, mas a outras coisas que servem para viver melhor e que são consideradas necessidades, ainda que, na realidade, sejam supérfluas.

A arte, a diversão, a comodidade, o ócio, a redução de certo esforço ao mínimo e outras tantas coisas, que constituem patrimônio de nossa espécie e que existem desde o início da humanidade são usadas para atender às nossas necessidades. As necessidades do homem são desejos do homem. Como os desejos, o conceito de necessidade humano é totalmente relativo e, portanto, variável. Dependendo do espaço geográfico e do momento histórico em que se

considere viver bem, determinam-se as necessidades do homem para esse tempo e lugar e, em função disto, desenvolvem-se determinadas técnicas.

Por outro lado, o ser humano sempre procurou entender melhor o mundo que o rodeia. Assim, mediante a atividade científica, ele tenta explicar tanto os fenômenos naturais como os sociais: observa, especula, raciona e experimenta os elementos de seu entorno, desenvolvendo leis e teorias que lhe permitem compreender e interpretar a estrutura de funcionamento do mundo. Podemos, assim definir a ciência como investigação metódica e ordenada, que o homem estabelece acerca do ser, dos feitos e objetos, em busca do como e do porquê das coisas, para dar razão às aparências.

Ciência e técnica estão, pois, unidas por um vínculo muito estreito. Ambas se relacionam, fomentam-se e potenciam-se entre si. A atividade técnica tem proporcionado as ferramentas e instrumentos (por exemplo, o da medida) necessários para o desenvolvimento da ciência, do mesmo modo que os avanços produzidos na ciência têm possibilitado um prodigioso aperfeiçoamento das técnicas já existentes, assim como a criação de muitas outras novas. A imersão da ciência na técnica tem dado lugar àquilo que conhecemos como tecnologia. Pode-se dizer que a tecnologia é o produto de uma atividade de síntese entre os conhecimentos científicos e os processos técnicos.

Toda tecnologia é uma técnica; porém, nem toda técnica é uma tecnologia. Em linguagem especializada, quando falamos de técnica, referimo-nos às técnicas artesanais e pré-científicas; quando utilizamos o termo tecnologia, fazemos referência àquelas técnicas industriais vinculadas ao conhecimento científico.

Os conceitos de técnica, ciência e tecnologia dizem respeito tanto ao processo como ao resultado de sua atividade. Por exemplo, seria tecnologia não só aquilo que nos rodeia habitualmente e que é produto da atividade tecnológica, como televisores e computadores, mas também o próprio processo de fabricação.

2- Graus de desenvolvimento técnico

O importante na história da técnica não são tanto as técnicas empregadas em diferentes épocas, mas sim o modo como elas se desenvolveram, posto que o que marca o grau de evolução de uma sociedade é a forma de desenvolvimento de suas técnicas e não as técnicas concretas de que essa sociedade se utiliza.

Desse modo, podemos constatar que, na história da humanidade, temos três estados de desenvolvimento técnico que correspondem aos três graus de civilização. Estes, por sua vez, referem-se às culturas primitivas, antigas e modernas.

As culturas primitivas, concebidas de um modo muito genérico, são as culturas próprias das sociedades de indivíduos que poderíamos denominar pré-civilizadas. Entendemos como civilizadas aquelas que formam cidades (de maior ou menor complexidade), com todo o aparato organizacional e institucional que isso implica. Essa cultura é a dos homens primitivos e a dos atuais povos denominados selvagens. O modo de desenvolvimento das técnicas desses povos é o de descobertas que, geralmente, se devem ao acaso. Este é o estágio mais primitivo e básico das técnicas. A técnica não precisa de nenhum requisito prévio por parte do indivíduo: todos os indivíduos, por igual e indiscriminadamente, a podem desenvolver, pois ela, se deve à causalidade. Tem um repertório muito limitado de atos técnicos. Não há invenção, simplesmente se aplica o que tem ao redor e que pode produzir resultado útil. O homem primitivo concebe a técnica como algo natural e não vê nos atos técnicos algo especial, a não ser a utilidade a que se reporta.

O segundo grau de civilização, que é o das culturas civilizadas, abarca as primeiras civilizações da antiguidade, até o final da Idade Medieval. A técnica já não é desenvolvida por todos os indivíduos, como na cultura primitiva: ela é patrimônio de um grupo – os artesãos. Eles desenvolvem as suas técnicas por meio de aperfeiçoamento. O repertório de atos técnicos é bastante amplo, muito mais complexo e precisa de especialização. Não há outra noção de progresso que não seja a de aperfeiçoamento das técnicas herdadas de tradição. O artesão não inventa técnicas, as aperfeiçoa. Neste grau de civilização, são intencionais tanto a aplicação das diversas técnicas como seu aperfeiçoamento. Os homens concebem a técnica como algo especial e quase alheio a eles, pois ela vem como um repertório de ações que são competências de um grupo concreto de indivíduos (os artesãos), que estão dotados de habilidades ou destreza própria.

O terceiro grau de civilização diz respeito às culturas modernas. Nelas, as técnicas se desenvolvem por meio da aplicação da ciência, passando a denominar-se tecnologia. São abundantes e avançam constantemente. Devido à sua grande complexidade, requerem um grau muito alto de especialização. As tecnologias são patrimônio de uma elite, cujos conhecimentos científicos e técnicos permitem desenvolvê-las. Há uma concepção de que os avanços tecnológico e científico são ilimitados e interdependentes. Neste estágio da técnica, já não são somente intencionais o uso e o aperfeiçoamento das técnicas, mas também os inventos e a criação de outras novas técnicas. Uma técnica pode servir, em último caso, para uma finalidade diferente daquela para a qual havia sido criada. Ou seja, tentando-se buscar uma técnica para uso concreto, descobre-se outra diferente. As técnicas e tecnologias, neste grau de civilização, são concebidas pelo homem como algo natural ou habitual, já que,

devido à sua abundância e proliferação, têm feito parte da vida cotidiana. Por outro lado, são consideradas como algo alheio, que tem uma entidade própria e que não tem os limites do homem, já que seu progresso é em princípio ilimitado.

Esse último estágio da técnica é o estágio tecnológico. O que a torna especial, diferenciando-a das anteriores, é a presença da máquina. Nos outros estágios, havia apenas instrumentos. Agora há instrumentos que atuam por si sós. Com a máquina, os termos se invertem: os instrumentos ajudam o homem, as máquinas passam a ocupar um primeiro plano e, é o homem que as ajuda. De um lado, passa a haver o plano, o método ou procedimento e, de outro, a execução desse plano e desse método que funcionam separados. O primeiro dos fatores que determina essa execução é a competência do técnico (que deverá dispor de boa base científica); o segundo é o obreiro (que em princípio poderá ser qualquer um, dada a pouca complexidade das operações para realizar).

2.1- Tipos de técnicas

Ao estabelecermos uma classificação dos tipos de técnicas, incluímos a tecnologia. Temos, assim, tantos tipos de tecnologias como de técnicas; a única diferença é que as tecnologias são baseadas em conhecimentos científicos e as técnicas não. Um processo técnico é aquele mediante o qual um sujeito humano transforma ou cria com suas ações uma realidade ou objeto, de tal modo que produz como resultado algo que antes não havia na natureza. De acordo com esse fato, vemos que todo processo técnico (ou tecnológico) está baseado no saber científico, que intervém nos seguintes elementos: o agente que atua, as realidades ou materiais sobre o que se faz, as ações que realiza e os resultados que se obtêm.

Dada a complexidade dos processos técnicos, não é possível propor um critério único de classificação das técnicas. Atendendo a cada um dos elementos que intervêm nos processos técnicos, os quais podem estabelecer diversos critérios de classificação das técnicas, as classificamos em função dos materiais, agentes, ações e resultados.

Se estabelecermos uma classificação atendendo à natureza dos componentes materiais que intervêm no processo técnico ou tecnológico, encontramos as técnicas físicas, biológicas e sociais. As físicas, que são as mais antigas e abundantes, operam com objetos materiais inanimados e abarcam desde as técnicas de fabricação de utensílios de pedra dos homens primitivos, até a tecnologia de equipamentos de informática multimídia mais avançados da atualidade. Consideram-se técnicas físicas aquelas que se baseiam em processos químicos, os quais têm ampla abrangência: desde a elaboração de cores para pintura rupestre, até a física nuclear dos átomos de hidrogênio e lítio que geram a bomba atômica. Já as técnicas

biológicas são aquelas que têm a ver com a agricultura, a criação de gado, a medicina e, em geral, tudo que tem vida, indo das formas de cultivo e domesticação de animais até a clonagem de genes na genética. As técnicas sociais, por sua vez, são aquelas que têm grupos humanos ou suas convenções como materiais de operação. A divisão social do trabalho e a estrutura de poder de qualquer sociedade (seja arcaica ou contemporânea) são consideradas técnicas sociais, assim como a comunicação ou transmissão de informação, cujos meios podem ir desde o telefone sem fio até o modên.

Deve observar-se que essa classificação é meramente nominal, ou seja, teórica, já que na prática, na maioria das vezes, o que encontramos são técnicas mistas. Um processo técnico é algo muito complexo, já que nele intervêm múltiplos fatores e interrelação dos componentes materiais de vários tipos. De certo, seria difícil encontrar uma técnica somente física, biológica ou social. As carteiras que existem na sala de aula, por exemplo, parecem em princípio um produto da técnica física, uma vez que respondem simplesmente à transformação de determinado material (ferro, madeira, plástico etc), o que dá sua forma. Porém, temos que pensar: será que em sua fabricação não houve a necessidade de mais de uma pessoa? Será que não houve divisão de trabalhos, tarefas administrativas, diretivas, mecânicas etc., empregando-se a técnica social? Vemos, pois, que as carteiras não só são produtos de uma técnica física, mas também da social. A maioria das técnicas físicas e biológicas são acompanhadas das sociais.

O segundo critério de classificação das técnicas é em função de seus agentes humanos. Para levar a cabo qualquer técnica, um agente tem que cumprir requisitos: possuir conhecimentos precisos da técnica para desenvolvê-la e ter habilidade necessária. Conhecimentos e habilidades sempre vêm unidos, porém, as técnicas requerem um predomínio dos conhecimentos sobre habilidades e vice-versa. Dependendo da técnica que se tenha, serão precisos conhecimentos ou habilidades de determinado tipo. Desse modo, em função do que as técnicas requerem fundamentalmente do sujeito, pode-se atender à seguinte classificação:

- Técnicas que se baseiam em conhecimentos:
 - conhecimentos teóricos: a tecnologia do laser, engenharia genética;
 - conhecimentos operacionais: cirurgia ou arquitetura.

- Técnicas que se baseiam em habilidades:
 - habilidades manuais: artesanato, manufaturas;
 - habilidades organizacionais: técnicas de gestão ou direção;

- habilidades intelectuais: programação de computadores ou artísticas.

Com relação ao terceiro critério de classificação, em função das ações que o sujeito realiza, podemos dividir as técnicas em dois tipos: de execução e organização. O primeiro tipo refere-se àquelas técnicas cujas ações estão orientadas para a transformação de determinados materiais, e segundo dirige-se à organização das técnicas de execução.

Por último, em função dos resultados obtidos, as técnicas podem classificar-se como produto e processo. As de produto estão destinadas à elaboração ou construção de qualquer realidade, seja material ou imaterial, concreta ou abstrata. Essas técnicas abarcariam desde a fabricação de ladrilho até a elaboração de um método para resolver determinado tipo de equação matemática. Por outro lado, as técnicas de processo seriam aquelas que têm como objetivo o controle de um processo para que se mantenham dentro dos parâmetros que garantam sua viabilidade e êxito. Seriam técnicas de processo as estratégias militares, a educação, a saúde etc.

3- A ciência e a tecnologia

3.1 O nascimento da ciência: a Grécia clássica

Os gregos tinham todos os elementos para desenvolver uma tecnologia, mas sem dúvida, não fizeram isso. De um lado, estavam de posse dos meios técnicos que haviam alcançado, um aperfeiçoamento assombroso e, de outro, assistiam ao nascimento de uma ciência que chegou a alcançar uma cota de desenvolvimento extraordinário. Então, se dispunham de uma ciência e uma técnica como tal, como é possível não terem chegado a elaborar uma tecnologia? A resposta é bem simples: devido ao modo que ambas – ciência e técnica – foram concebidas.

A técnica foi concebida pelos gregos como a arte de fazer ou fabricar algo (*technê*=arte). Consistia no modo como que as coisas eram feitas. Assim, os gregos chamavam de técnica ou arte desde as técnicas de fazer vasilhas de barro até as empregadas pelos governantes para dirigir uma cidade. O florescimento da técnica na Grécia, foi gigantesco. Os gregos desenvolveram técnicas tanto do tipo físico (que foram adequadas para a mecânica – polia, parafuso, roda dentada, âncora etc. – ou para a pneumática, aproveitando a força do ar e da água), como do tipo biológico (pensemos, por exemplo, em Hipócrates, que foi o primeiro a empregar técnicas propriamente médicas, mesmo que naquela época só houvesse curandeiros) e, também do tipo social (não duvidamos que os gregos foram os primeiros a chegar à conclusão de que a melhor técnica de governo, é a democracia). Porém, em todas as técnicas

desenvolvidas pelos gregos havia, em comum, uma finalidade prática e concreta. Para eles, o desenvolvimento técnico não teria outro objetivo que a utilidade que poderia reportar.

Nesse caso, a ciência grega, surge como uma atividade desinteressada e contemplativa, sem nenhuma outra utilidade que não seja a satisfação pessoal de entender o sujeito cognoscente. A ciência grega nasce como Filosofia, como "amor ao saber". E já, desde seu nascimento, a filosofia se propôs a um conteúdo, um método e um objetivo determinados. Como conteúdo, propôs-se a explicar a totalidade das coisas, ou toda a realidade; como método, deu somente explicações racionais dessa realidade; e como objetivo, mostrou o puro desejo de conhecer e contemplar a verdade. As ciências particulares (física, matemática, lógica, ética, biologia, astronomia etc) que se chamam assim porque somente abarcam uma parcela determinada do real, são ramos desse saber global em que consiste a filosofia. Portanto, estão sujeitas a seu método (racional) e seu objetivo (conhecimento desinteressado e contemplativo). Entre os séculos VI e II a. C., a Grécia assistiu, das mãos dos seus filósofos, um desenvolvimento das ciências de grande magnitude e influência ainda maior, pois tanto o método como grande parte dos conhecimentos científicos, sobretudo os aristotélicos (Aristóteles, filósofo grego 384-322 a. C.), mantiveram-se vigentes até o final de período medieval, ainda que distorcidos pela influência do cristianismo.

Para dedicar-se a uma atividade contemplativa, consideravam-se necessárias duas coisas fundamentais: seguridade e tempo. A seguridade proporcionaria, de um lado, as necessidades básicas cobertas (porque, no caso contrário, um se entregaria a satisfazê-las e não à vida contemplativa) e, de outro lado, garantiria que a vida de seus habitantes não coresse perigo (porque, de outro modo, um se dedicaria a protegê-la e não ao estudo desinteressado da realidade), o que só se conseguiria em um Estado politicamente forte.

Desse modo, o elevado estado de desenvolvimento técnico que alcançou a civilização grega foi propício para o nascimento da ciência. Os gregos tinham técnicas organizativas que proporcionavam uma estrutura política que fazia o cidadão sentir-se seguro por meio da produção, da qual provinha o necessário para vida dos cidadãos da polis. Além disso, havia uma classe social de escravos que trabalhavam para os cidadãos, deixando-lhes o tempo livre necessário para se dedicarem à vida contemplativa.

Há quem negue que a ciência nasceu na Grécia: sua procedência é definida por essas pessoas como oriental. O que justifica essa idéia é o fato de os gregos se basearem em certos conhecimentos matemático-geométrico dos egípcios, assim como alguns conhecimentos astronômicos dos babilônicos. Os egípcios conferiram a sua matemática uma finalidade puramente prática. Utilizavam a aritmética para repartir as coisas entre as pessoas e a

geometria para medir os campos ou projetar as pirâmides. Do mesmo modo, a astronomia para os babilônios tinha uma utilidade prática, pois destinava-se a fazer horóscopos e formular predições. Porém, os gregos tomaram esse conhecimentos prático e o cultivaram por amor ao conhecimento e não para obter as finalidades práticas.

O modo grego de conceber a ciência como algo puro, desinteressado e baseado exclusivamente na razão e de basear as técnicas – às quais só interessava a eficácia – no empirismo, provocou uma separação radical entre essas ordens do conhecimento. Essa separação é o que explica por que uma civilização como a grega, com os conhecimentos científicos e técnicos tão amplos, não chegou a desenvolver uma tecnologia.

O fato de a ciência e a técnica serem consideradas ordens de conhecimento distintos e separados não implica que seus produtos deixem de se relacionar. Os conhecimentos científicos eram empregados pelos técnicos de então e vice-versa. Os cientistas (filósofos) interessavam-se pelos produtos da técnica, tentando dar razão a eles. Sem dúvida, este tipo de relação entre ciência e técnica dista muito de ser tecnologia. Na tecnologia, a ciência utiliza técnicas para investigar e, assim, investiga para desenvolver novas técnicas. Os cientistas gregos (os filósofos) nem utilizavam técnicas para investigar, já que empregavam a razão, nem investigavam para desenvolver novas técnicas, pois só o faziam por puro prazer. Os produtos da ciência grega eram empregados pelos técnicos, porém, não haviam sido desenvolvidos pelos cientistas para finalidade prática que estes lhes davam (como no caso das tecnologias). Do mesmo modo, os cientistas gregos, em seu afã de dar razão às aparências, tentaram explicar o porquê do funcionamento dos artefatos criados pelos técnicos, ainda pelo simples desejo de saber, e não para melhorá-los, como ocorre no caso das tecnologias. Um exemplo é o teorema de Pitágoras. Primeiro foi formulado sem pretensão prática nenhuma e depois foi aplicado, entre outras coisas, como técnica de divisão de terrenos. Outro exemplo foi o princípio de Arquimedes, que simplesmente pretendia, em primeiro plano, explicar o porquê de os barcos flutuarem (e outros corpos).

3.2- A revolução científica como revolução tecnológica

A forma grega de conceber a ciência perdurou até o final da Idade Média, já que, além de se manterem vigentes os princípios aristotélicos, durante esse período foram incorporados, cada vez mais elementos cristãos. Porém, nos séculos XV e XVI aparece uma nova forma de pensar.

O Renascimento é um movimento que pretende recuperar diretamente, prescindindo de toda herança medieval, as culturas da antiga Grécia e de Roma imperial. Esse novo modo de

pensar iria refletir-se em todos os âmbitos da cultura e, portanto, também na ciência. Se há algo que caracteriza o Renascimento é sua rejeição por tudo que é medieval (ainda que sua influência perdure). Frente a isso, o movimento imporia um novo método, que consistia em utilizar a experiência à frente da razão. Surge assim a nova ciência, a ciência experimental, com um novo método, o indutivo. Pioneiros nessa nova ciência foram, entre outros, o astrônomo Copérnico, que, em 1543, implantou a teoria heliocêntrica frente ao geocentrismo na Idade Média; Miguel Servet, que descobriu a circulação pulmonar do sangue. No entanto, sem dúvida, a figura que mais representou o Renascimento foi Leonardo da Vinci, cientista e técnico responsável por incontáveis inventos.

Já no século XVII essa nova ciência foi defendida por filósofos como Francis Bacon (que, em 1620, apresentou o *Novum Organum*, uma discussão em favor da ciência experimental). Anos depois, com essa ciência Harvey descobriu a circulação do sangue; Torricelli inventou o barômetro; Pascal descobriu a hidráulica; Galileu (físico e astrônomo) propôs o movimento dos corpos, aperfeiçoou o telescópio e consolidou a teoria heliocêntrica exposta noventa anos antes por Copérnico. Já no final do século XVII, encontramos Isaac Newton, que ao lado de Leibniz (físico, matemático), fundou o cálculo infinitesimal, descobriu a gravitação e as leis que a regem. Surgiram, então, cientistas como Fahrenheit, Réaumur e Celsius, que inventou simultaneamente o termômetro; Herschel, que descobriu o planeta Urano; Laplace, que desenvolveu uma teoria sobre a formação do Universo. Contudo, o descobrimento técnico-científico representativo da época, a máquina a vapor, criada pelas mãos de Watt, é que foi o passo para a era industrial.

Entre os séculos XV e XVIII, a Revolução Científica vai, pouco a pouco, perfilando um ponto de uma nova era: a era tecnológica. A nova ciência, surgida no Renascimento e potencializada durante o Barroco, supõe uma radical transformação no modo de conceber. Já não será uma ciência pura e separada da técnica como na Antiguidade ou na época Medieval; ao contrário, a nova ciência precisará de numerosas técnicas que lhe permitam levar a efeito seus experimentos. Do mesmo modo, a ciência tratará de descobrir novas técnicas que sejam úteis para o seu desenvolvimento. Ciência e técnica se entrecruzam e tem lugar o nascimento da tecnologia. A revolução científica da Idade Moderna foi o cerne para uma revolução tecnológica.

4- O surgimento da sociedade industrial

A revolução tecnológica culmina na revolução industrial, que se inicia na Inglaterra, em meados do século XVII, e se desenvolve ao largo do século XIX, estendendo-se a outros

países. A máquina a vapor, inventada por Watt, é então encontrada em aplicações que viriam revolucionar o âmbito da produção e do transporte.

De posse do progresso científico e tecnológico, o mundo é tecido de transformações ainda não conhecidas, como os avanços na medicina, que provocam o crescimento rápido da população. A evolução dos meios de transportes é assustadora. O mundo se enche de fábricas e a população se concentra em torno das cidades e centros fabris, o que produz o nascimento das grandes cidades. Como consequência da produção em massa, produzem-se importantes trocas na economia. Estas e outras transformações trazem consigo a sociedade industrial.

A sociedade industrial nasce em meados do século XVIII, quando a raiz da revolução tecnológica passa do trabalho manual para a máquina, do artesão para a fábrica. As máquinas substituem o trabalho físico do homem, o qual, de produtor transforma-se em operador mecânico. A energia motriz proporcionada pela máquina a vapor incide no aumento da produção material, que se traduz em produção em massa de bens e serviços com transporte rápido.

Se há produção, há de se ter mercado. A sociedade industrial é uma sociedade de mercado. Os mercados da sociedade industrial estendem-se rapidamente pelo mundo todo, como consequência do impulso colonialista propiciado pelos descobrimentos geográficos. As colônias convertem-se tanto em centros de obtenção de matérias primas, como em pontos de mercado. Por outro lado, o mercado também melhora e se estende para os trabalhadores, que passam também a ser consumidores.

A sociedade industrial tem uma estrutura econômica caracterizada pela economia de bens, orientada pela comercialização. Sua economia é regida pela lei do preço que mantém o equilíbrio entre oferta e demanda. O elemento mais importante da atividade social na sociedade industrial é a empresa ou grupo econômico. Assim, passam a existir três áreas: a empresa pública, a privada e a governamental. A sociedade industrial caracteriza-se por um consumo massivo, cujo exemplo é a motorização. A difusão do automóvel expressa a origem tecnológica do bem estar e ao mesmo tempo, a exigência constante do aperfeiçoamento.

ANEXO 5

Menino Lobo

CEREZO, José Antonio; LUJÁN, José Luis; GORDILLO, Mariano Martín; OSÓRIO, Carlos. **Introdução aos estudos CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Trad. Walter Antonio Bazzo; Irlan von Lisingen; Luiz T. Do Vale Pereira. Madrid: OEI, 2003. p. 86-88.

MENINO LOBO – Victor de Aveyron

Encontraram uma criatura que não falava, só emitia uns sibilos estridentes; tão pouco caminhava em pé, mas de quatro; certamente carecia de qualquer hábito relacionado com a continência de seus esfíncteres, e em princípio se mostrava imprevisível e fortemente impulsiva. Foi trasladado à Paris, onde um preceptor tratou de inculcar-lhe hábitos que o aproximavam do comportamento humano. Teve que aprender inclusive a “sentir”, posto que em princípio era capaz de tirar batatas da água fervente e comê-las sem nenhuma mostra de dor; tão pouco parecia sentir frio dos invernos mais duros, porque podia revolver-se na neve como se estivesse em uma praia ensolarada. Victor de Aveyron, como todos os meninos-fera, era uma anomalia. Nem sequer se poderia dizer que era um lobo ou um animal, já que os animais não agem como ele agia. O que era impressionante e desconcertante era encontrar-se diante de um ser ao qual “faltava algo”. Nenhum lobo é um ser incompleto. Um menino-fera, sim; falta-lhe aquilo que nos faz seres humanos e lhe falta porque careceu da sociedade que nos humaniza. Nenhum menino-fera chega a ser um “humano normal”, é pouco provável que adquira algum rudimento lingüístico, e sua “educação” quase poderia ser qualificada com maior rigor de “adestramento”. Segundo parece, uma vez alcançada certa idade, há a impossibilidade para que uma criança adquira as habilidades que nos definem como seres humanos.

Emílio Lamo Espinosa esclarece as relações entre natureza e sociedade e, o relativo a origem ou natureza da sociedade humana:

“Um menino educado entre lobos é mais lobo que homem. O contrário, por seu turno, não é certo; um lobo educado entre homens é um lobo e absolutamente não se comporta como um humano. Não há lobos-fera; só crianças-fera. No caso do lobo, a companhia de seus semelhantes, a sociedade, faz muito pouco, se bem que os etólogos mostraram que não é tão pouco como pensávamos. Porém, na criança a companhia é quase tudo, até o ponto de que, se essa companhia é de lobos, as crianças saem igualmente como lobos. E o exemplo poderia multiplicar-se: um menino ou uma menina europeu educado entre os esquimós será um esquimó e vice-versa. E o será de modo total e radical, a salvo das peculiaridades biológicas vinculadas a uma raça concreta. Não é absurdo, portanto concluir que os exemplares da espécie humana são seres de cultura mais que de natureza. De modo que, quando comparamos

os animais com os humanos, não teremos outra alternativa se não concluir à primeira vista que naqueles permanece o instinto e, nos segundos a aprendizagem. Porém, ao dizer que um homo-sapiens é um ser de cultura que é antes de tudo um ser social, se esquece que é um ser social por natureza. Quer dizer, a evolução o preparou para ser social, de modo que sua sociabilidade inata não é um dado antinatural ou contra-natural, mas exatamente, o contrário, o produto de uma longa evolução biológica que substituiu progressivamente o instinto como resposta herdada pelo hábito como resposta aprendida. (Lamo de Espinosa, 1996).

Existem 53 casos documentados até 1964 de crianças que foram criadas fora do ambiente natural da sociedade. Lucien Malson (Malson, 1981) classifica os casos em três grupos: 1) o de crianças pedidas ou abandonadas na floresta que se criaram solitárias sem assistência de animais. Neste grupo se incluiria Victor de Aveyron. 2) crianças adotadas por outras espécies de animais, como as meninas indianas Amala e Kamala, de Midnaporte, descobertas em 1920. 3) crianças cuja criação se desenvolveu em reclusão mais ou menos rigorosa em sótãos, porões, cubículos, etc. Kaspar Hauser seria o exemplo mais conhecido, junto com Anna da Pensilvânia, EUA.

ANEXO 6

Necessidade de uma reflexão sobre a ciência e a tecnologia

SANZ, Mariano Ayarzagüena. Et al. **Ciencia, tecnología y sociedad**. Madrid: Ed. Noesis, 1996. P. 154-181.

(Resumo traduzido por Nilcéia A. M. Pinheiro)

Necessidade de uma reflexão sobre a ciência e a tecnologia

A ciência e a tecnologia têm transformado numerosos espaços da sociedade contemporânea. São inegáveis os benefícios que tal transformação tem proporcionado; porém, também são numerosos os riscos que têm surgido diante de tamanho desenvolvimento. Essa dupla condição faz com que a ciência e a tecnologia sejam vistas com uma atitude mais crítica, já que nem sempre são os mesmos impactos que se apresentam nos diferentes países.

Fazer avaliações positivas ou negativas sobre a ciência e a tecnologia, falar sobre os benefícios ou perigos que elas oferecem, não significa entrar a fundo na questão. Todavia, precisamos ter em mente que é preciso estarmos atentos, no sentido de termos condições de avaliar se os impactos que uma nova tecnologia trará serão benéficos ou maléficos para a sociedade. Não podemos confiar excessivamente na ciência ou na tecnologia e identificá-las com seus produtos, deixando de lado as questões sociais, éticas e políticas. Nem tudo que se pode fazer (tecnicamente), se deve fazer (moralmente). A finalidade e o interesse social, político, militar e econômico que estão por detrás dos usos da ciência e tecnologia também implicam enormes riscos. Isso não quer dizer voltar atrás, mas sim impõe uma reflexão crítica sobre a ciência e a tecnologia, sobre certos valores morais, sobre a eleição dos fins etc. Porém, esse tipo de questão não é objeto da ciência, não corresponde a nenhuma ciência em especial, mas em todos os conhecimentos cabe uma reflexão ético-filosófica acerca do próprio conhecimento.

Sendo assim, a filosofia da ciência, no século XX começa a centrar sua reflexão na técnica e na tecnologia, a partir dos anos 60 e 70. Tal reflexão segue uma corrente mais crítica no campo das humanidades, começando a apontar os riscos e problemas que vinculam a técnica e a tecnologia com a arte, a ética, a política e a sociedade. Nessa corrente, destacam-se autores como: Ortega y Gasset, M. Heidegger, L. Mumford, J. Ellul e C. Paris.

A avaliação da ciência e da tecnologia surge como necessidade diante dos impactos que elas vêm provocando, cujos riscos têm sido valorizados à luz dos interesses da sociedade e de seus membros. Na maior parte dos casos, a evolução desses impactos refere-se a riscos ecológicos, já que as análises que vêm sendo realizadas assumem a consideração do desenvolvimento tecnológico como susceptível de produzir também consequências negativas,

além das positivas. Exemplos do valor dessas análises estão nos estudos realizados para avaliar os impactos de uma central nuclear em uma zona agrícola, próxima de uma reserva animal e vegetal de grande interesse. A avaliação científico-tecnológica de tal caso poderia se dar em quatro fases: identificação dos impactos de diferentes tipos (econômicos, sociais, psicológicos, etc); análise dos mesmos, para verificar os prós e contras e as perdas e ganhos; avaliação dos impactos, à luz dos princípios e valores que regem a sociedade em questão; emissão de informações que ajudem na tomada de decisões políticas.

Vejamus um outro exemplo de como essa avaliação poderia se dar: pretende-se construir uma auto-pista de circulação que unirá várias saídas de uma cidade de 2 milhões de habitantes em uma zona de alto valor ecológico que tem estado protegida devido às espécies animais. Para avaliar os possíveis impactos da implantação dessa estrada pede-se uma comissão, a qual é composta por um especialista em avaliação de riscos tecnológicos; um engenheiro de estradas, responsável pela obra; outro engenheiro da empresa executora; um representante da prefeitura; um representante da área ambiental; e representantes da comunidade, vizinhos da estrada.

- Passo 1: identificação dos impactos: a) ampla utilização da estrada como via de circulação que fluirá o trânsito; b) aumento de ruídos e contaminação atmosférica devido o aumento da circulação de veículos; c) a estrada dará trabalho temporário a várias pessoas; d) impacto ambiental bastante destrutivo ao parque protegido que a estrada irá atravessar; e) resistência dos cidadãos vizinhos.
- Passo 2: análise dos impactos: os riscos são basicamente do tipo ecológico. Busca-se pesar as perdas e ganhos da forma mais objetiva possível.
- Passo 3: Avaliação dos impactos: depois de analisar as perdas e ganhos se percebeu maiores ganhos. Os planos alternativos são inviáveis.
- Passo 4: elaboração de informes para tomada de decisões políticas. Mesmo aprovado será desenvolvido um projeto pelos ecologistas no prazo de 5 meses como uma contra-proposta e passado esse tempo a construção será feita conforme o plano inicial.

Podemos também citar outras formas de avaliar o desenvolvimento científico-tecnológico que poderá também contar com a participação pública que têm sido ensaiadas em diversos países, especialmente Austrália, Estados Unidos, Países Baixos, Reino Unido e Suécia, possivelmente os mais dinâmicos são:

Em primeiro lugar, no âmbito administrativo, destacam-se:

- *Audiências públicas*. São habitualmente fóruns abertos e pouco estruturados nos quais, a partir de um programa previamente determinado pelos representantes da

administração, se convida o público a escutar as propostas governamentais e a comentá-las.

- *Gestão negociada.* Desenvolve-se por parte de um comitê negociador composto por representantes da administração e por grupos de interesses envolvidos, por exemplo a indústria, as associações profissionais e as organizações ecológicas. Os participantes têm acesso à informação relevante, assim como à oportunidade de persuadir outros e de alinhá-los com sua posição. Os representantes governamentais se comprometem (na medida em que estejam autorizados) a assumir publicamente como próprio o possível consenso alcançado.
- *Painéis de cidadãos.* Esse tipo de mecanismo está baseado no modelo do jurado, ainda que aplicado a temas científico-tecnológicos e ambientais. Sob este mote podem agrupar-se modelos com caráter decisório ou meramente consultivo. A idéia que os inspira é que cidadãos comuns (escolhidos por sorteio ou por amostra aleatória) se reúnem para considerar um assunto no qual são leigos. Após haver recebido informações de peritos e autoridades, os cidadãos discutem alternativas e emitem recomendações aos organismos oficiais. Estes painéis, ao contrário das audiências públicas, permitem uma busca ativa de evidência, interrogar especialistas e uma exploração mais profunda dos problemas abordados.
- *Pesquisas de opinião.* Sobre diversos assuntos relacionados com inovação tecnológica ou com intervenção ambiental. Seu propósito é proporcionar um testemunho da percepção pública sobre um assunto determinado, de modo que possa ser levada em conta pelo poder legislativo ou executivo.

ANEXO 7

O que é CTS

GORDILLO, Mariano Martín. Et al. **Ciencia, tecnología y sociedad**. Madrid. Ed. Norte, 2001. p. 157-180.

CEREZO, José Antonio Lopez; LUJÁN, José Luis; GORDILLO, Mariano Martín; OSÓRIO, Carlos. **Introdução aos estudos CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madrid: OEI, 2003. p. 125-128

(Resumo traduzido por Nilcéia A. M. Pinheiro de partes de ambas as obras)

O que é CTS?

A ciência e a tecnologia de nosso mundo tem avançado muito, o que é normal. As áreas dos saberes, como a música, a arte, a arquitetura, a matemática e a biologia, cresceram bastante, na medida em que o século XX teve um acelerado avanço científico-tecnológico. Esse desenvolvimento tem tal magnitude e natureza, que afeta radicalmente as formas de vida social. Nada que viva na sociedade pode escapar dos efeitos do desenvolvimento.

Considera-se que se vive melhor porque dispomos de aperfeiçoados artefatos que liberam o ser humano dos trabalhos monótonos e duros. De fato, os grandes avanços na medicina fazem com que se viva por mais tempo e com maior qualidade (ou isso acontece nas sociedades mais desenvolvidas, porque, no Terceiro Mundo, os progressos da tecnologia mal chegam ao nível da tecnologia sanitária, vivendo-se pouco e mal). Além dos artefatos que a ciência e a tecnologia produzem para o bem estar da sociedade (ou para algumas sociedades), existem também outros efeitos da tecnologia e da ciência, que são menos visíveis a olho nú. Existem também outras máquinas e outros artefatos tecnológicos que não têm uma natureza material, embora sejam tão artificiais e construídos como os artigos que se pode ver e tocar. Entre elas estão as chamadas máquinas sociais, tidas como tecnologias de organização, as quais, sem que percebamos, afetam também nossas vidas. A divisão hierárquica e a organização das funções dos funcionários, engenheiros, supervisores e administradores, no caso da fábrica, ou entre soldados, manobras e estratégias no exército, são tão importantes ou mais que as qualidades dos artigos materiais de que essas instituições dispõem. Esses não são os únicos exemplos de máquinas sociais ou tecnologias que afetam nosso cotidiano. Os restaurantes, as igrejas, os lugares de diversão, os centros comerciais e até mesmo a escola, são cenários artificiais de tecnologia de organização social que produzem efeitos para os seres humanos.

Poderíamos seguir dando outros exemplos de como a tecnociência invade nossas vidas, como: clonagem, transgênicos, viagens espaciais etc. Os noticiários nos surpreendem todos os dias com novas informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico. Contudo, ao mesmo tempo em que existem pessoas maravilhadas com o futuro de um mundo feliz graças

ao progresso tecnocientífico, cada vez mais existem pessoas partidárias de uma volta à natureza, prescindindo de tudo que é artificial e tecnológico. Muitos filmes têm denotado o fantástico desenvolvimento tecnológico que poderemos ter no futuro, como também apresentam graves catástrofes, como guerras biológicas, desastres naturais etc.

Frente a todos os possíveis avanços caracterizados tanto pela ciência quanto pela tecnologia e que poderão causar respostas negativas ou positivas, precisamos tomar cuidado para não nos tornarmos tecnófilos (que pensam que todos os problemas serão resolvidos pelo avanço científico-tecnológico) ou tecnófobos (que consideram que todos os problemas são provocados pelo desenvolvimento científico-tecnológico). Essas são as duas extremidades do desenvolvimento científico-tecnológico. Para ambos – tecnófilos e tecnófobos – os cidadãos não podem mais intervir na tecnologia, pois ela tem poder de decisão nas mãos dos especialistas.

Com o objetivo de mudar tal visão, uma nova forma de analisar o contexto científico-tecnológico tem sido discutida desde a década de 60, sob o nome de enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). O que conhecemos por Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) trata de três concepções: Ciência, Tecnologia e Sociedade. CTS é mais do que a pura união desses três termos. Supõe uma nova aproximação desses conceitos que visa pontuar as complexas e recíprocas relações entre os três entes. Os estudos CTS definem hoje um campo de trabalho recente e heterogêneo, ainda que bem consolidado, de caráter crítico a respeito da tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, e de caráter interdisciplinar por concorrer em disciplinas como a filosofia e a história da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança técnica. Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas conseqüências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.

Tal enfoque pretende introduzir uma racionalidade ao analisar a interação entre os âmbitos. Favorecer uma percepção mais ajustada e crítica dos temas de ciência e tecnologia, assim como suas relações com a sociedade, é um dos objetivos da perspectiva CTS. Um segundo caráter, porém, mais prático, será promover a participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam os desenvolvimentos da ciência e da tecnologia, a fim de democratizar e cercar a sociedade das responsabilidades sobre seu futuro.

Os estudos e programas CTS vêm se desenvolvendo desde o seu início em três grandes direções:

- no campo da pesquisa, os estudos CTS têm sido colocados como uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica;
- no campo da política pública, os estudos CTS têm defendido a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas;
- no campo da educação, esta nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem cristalizado a aparição de programas e materiais CTS no ensino secundário e universitário em numerosos países.

O CTS pretende romper com os conceitos tradicionais sobre ciência e tecnologia. Incentiva a participação social formada e também a criação de mecanismos institucionais que possibilitem tal participação. Para tanto, colocamos abaixo um quadro comparativo entre a visão CTS e a visão tradicional do contexto científico-tecnológico:

Concepção herdada	Concepção CTS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ A ciência é o conhecimento que revela a realidade. ▪ A ciência é objetiva e neutra. Não há interesses ou fatores subjetivos em seus conteúdos. ▪ A história da ciência consiste no acúmulo de conhecimentos objetivos à margem das condições externas. ▪ A tecnologia é a aplicação prática dos conhecimentos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • O desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social como os outros. ▪ As mudanças científico-tecnológicas tem importantes efeitos na vida social e na natureza. ▪ Compartilhamos um compromisso democrático. ▪ Se devem promover avaliações e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico.

Enquanto a primeira premissa resume os resultados da pesquisa acadêmica na tradição CTS de origem européia, centrado nos estudos dos antecedentes sociais da mudança em ciência-tecnologia, a segunda recolhe os resultados de outra tradição mais ativista, com origem nos EUA, centrada mais nas conseqüências sociais e ambientais da mudança científico-tecnológica e nos problemas éticos e reguladores suscitados por tais conseqüências. A natureza valorativa da terceira premissa justifica o “deveríamos” da conclusão (González Garcia, López Cerezo e Luján, 1996).

Diferença entre as duas tradições CTS:

Tradição européia	Tradição americana
<ul style="list-style-type: none">▪ Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens)▪ Ênfase nos fatores sociais antecedentes▪ Atenção à ciência e, secundariamente, à tecnologia▪ Caráter teórico e descritivo▪ Marco explicativo: ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia etc.)	<ul style="list-style-type: none">▪ Institucionalização administrativa e acadêmica nos EUA (em suas origens)▪ Ênfase nas conseqüências sociais▪ Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência▪ Caráter prático e valorativo▪ Marco avaliativo: ética, teoria da educação.

ANEXO 8

**Decisão do governo - Caso simulado-Radioatividade - Turma
01**

VEREDITO DO GOVERNO- TURMA 01**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
DEPARTAMENTO DA SAÚDE
GABINETE DO CHEFE**

Brasília, 31 de setembro de 2003

Eu, Chefe da Saúde, venho através desta, comunicar oficialmente a decisão do comitê formado especificamente para analisar a proposta feita pelo TRENT Laboratories, dos Estados Unidos, de utilizar brasileiros em sua pesquisa para neutralização da radioatividade.

Agora, após mais de três semanas de reuniões e de estudos profundos, que fizemos, colocamo-nos como representantes do Governo Brasileiro, favoráveis ao projeto, mas acrescentando-se cláusulas.

Cláusulas:

- 1- O valor mensal a ser pago à família, deve ser de dois salários mínimos, e cestas básicas;
- 2- Deve-se fornecer ao voluntário plano de saúde vitalício;

PARÁGRAFO ÚNICO: Durante os próximos quinze anos, toda despesa com medicamentos para saúde do voluntário é de total responsabilidade do TRENT Laboratories;

- 3- Em caso de falecimento do voluntário no prazo de dez anos por doença suspeita a ser julgada pelo Governo Brasileiro, o TRENT Laboratories deverá pagar a família do voluntário uma indenização de US\$ 500.000,00 uma semana após tomada a decisão e em única parcela;
- 4- Caso o resultado dos estudos comprovem a eficácia do composto, o Brasil, como país sede da pesquisa terá os seguintes benefícios:
 - 4.1 Cinquenta por cento de desconto para adquirir o composto;
 - 4.2 Terá uma participação de 8,5% (oito vírgula cinco por cento) nos lucros do composto.

Damos assim, cumprida nossa missão e agora cabe ao laboratório examinar nossa proposta e no prazo de dez dias úteis nos comunicar se aceitam o projeto

Chefe da Saúde

ANEXO 9

**Decisão do governo - Caso simulado-Radioatividade - Turma
02**

VEREDITO DO GOVERNO – TURMA 02

Carta oficial do governo prestando esclarecimentos referentes ao projeto 1733/27.3 do dia 25 de julho de 2003

Na terça-feira, do dia 05 de agosto de 2003, foi publicado pelo jornal O Estado Nosso, uma reportagem anunciando um novo projeto que seria iniciado no Brasil. Tratava-se de uma nova droga, a princípio denominada TRS-100 – Total Radioactive Save – desenvolvida pela Trent Laboratories dos EUA, que passaria a ser testada em brasileiros.

Muitas contradições foram levantadas a respeito do projeto, e um fórum de debate foi marcado para o dia 09 de setembro de 2003.

Foram convidados e se fizeram presentes um representante do laboratório que desenvolve a pesquisa, Sr. Tiago Dias; um representante dos Direitos Humanos, Sr. Rafael Alves; um representante da população carente, Sra. Severina Sebastiana da Silva; uma representante do comitê dos médicos investigadores dos riscos causados pela radiação à saúde, Sra. Paola Pavlak.

Cada um dos representantes citados colocou sua idéia e o objetivo de forma clara e democrática.

O representante do Trent Laboratories, Sr. Tiago Dias, explicou brevemente o projeto. Respondeu questões levantadas e chega-se a seguinte conclusão: o projeto visa apenas melhorias para a população mundial e o laboratório se responsabiliza por futuros danos (caso ocorressem).

O representante dos Direitos Humanos, Sr. Rafael Alves, utilizou-se do código de leis brasileiro para colocar a seguinte posição: *cidadão nenhum deve colocar em risco a saúde física, mental ou psicológica. Não havendo indenizações em caso de fracasso do experimento, não torna-se cabível e compatível com nossas leis a implantação do projeto.*

A representante da comunidade, Sra. Severina Sebastiana da Silva, falou em nome dos futuros participantes do projeto e deixou clara sua colocação: *ninguém pode impedir qualquer pessoa de participar, sendo que o projeto trará inúmeros benefícios em prol da comunidade carente. Estão todos cientes dos riscos que correm e optam por aceitá-los.*

A representante dos médicos investigadores, Sra. Paola Pavlak, esclareceu os danos que a exposição à radiação causaria as pessoas envolvidas. *Nenhuma vida deve ser usada para que outros se beneficiem. A ciência deve ser usada de forma racional e sempre que não haja riscos tão altos para as pessoas.*

Após o fórum, uma votação foi feita com a população, mais de 80% dos votos foram contra o projeto.

Nas principais capitais do país, a repercussão do projeto foi a mesma. As mais de 3.000 pessoas entrevistadas por equipes de pesquisa do governo, cerca de 75% foi contra o projeto.

Diante de todos os fatos mencionados coube ao governo decidir sobre a implantação do projeto, como vivemos sob uma séria democracia, a população fez sua escolha e o governo acatou, decidindo por não implantar o projeto no Brasil.

Atenciosamente

Chefe da Saúde

ANEXO 10

Decisão do governo - Caso simulado-Modelo Matemático

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO FEDERAL
GABINETE DO CHEFE DO TRABALHO

Brasília, segunda-feira, vinte e nove de novembro de dois mil e quatro.

A chefe do trabalho, Loreane Cantere, juntamente com todos os demais representantes do governo, comunica oficialmente, por meio deste, a decisão do gabinete com relação ao projeto apresentado no dia vinte e sete de setembro de dois mil e quatro, pelo representante do laboratório da USSP, João Marcos Moreti Pelissari, que visa implantação de um modelo matemático para o recrutamento de trabalhadores de uma empresa.

Segundo a decisão geral por meio da votação e analisando profundamente o projeto, decidimos a não aprovação deste.

O modelo, de acordo com suas variáveis *fumante*, *IMC* e *Retângulo de ouro*, pode ser preconceituoso com algumas pessoas. Isso viria a causar insatisfação popular, pois pessoas que não fossem admitidas achariam que foi por causa dessas variáveis.

A questão do boletim escolar interfere mais do que na classificação de um candidato, pois como ele era ou as notas que tirava, podem não influenciar na sua vida de hoje.

Pessoas que não quisessem ocupar o cargo ao qual foram designadas, pelo modelo, seriam descartadas ou demitidas. O número de desempregados poderia aumentar, seguido por greves.

O modelo tinha variáveis que colocavam em questão a saúde da pessoa, tendo ela que efetuar vários exames. Segundo o laboratório, esses exames seriam bancados pela empresa, podendo, ao invés de reduzir seus custos, aumentá-los, dependendo do número de candidatos a uma vaga de emprego.

O tempo de experiência de um funcionário pode ser decisivo na hora de uma contratação convencional. Nesse modelo ele foi completamente descartado.

Nossa decisão, portanto é não-aprovação. Caso o laboratório queira recorrer desta, procure readaptar o modelo, de acordo com os itens anteriores.

ATENCIOSAMENTE

Loreane Canteri
Chefe do Trabalho

ANEXO 11

Planejamento da disciplina de Matemática - 2004

	Ministério da Educação Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná Gerência de Ensino e Pesquisa Coordenação do Ensino Médio
---	---

PLANO DE ENSINO

Curso: Ensino Médio	
Disciplina : Matemática	
Série/Turma : 1ª série	
Nº de aulas semanais: 03 aulas	Total de aulas previstas: 102 aulas

Ementário:

Conjuntos Numéricos; Intervalos; Função; Função do 1º. Grau e inequações; Função do 2º. Grau e inequações; Domínio e imagem de funções reais; Função definida por várias sentenças; Função exponencial e logarítmica; Seqüências; Progressão aritmética e geométrica;

Competências a serem desenvolvidas:

- Desenvolver a capacidade de comunicação.
- Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções.
- Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.
- Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático;

Planejamento anual⁷³

02/03- (02 aulas)

- ✓ Apresentação da disciplina;
- ✓ Questionário inicial;
- ✓ Exibição do desenho do Pato Donald na Matemagicalânida – Sala 3;

Lançamento da atividade do livro: CHASSOT, Ático. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994. Sala 2.

08/03 – (01 aula)

- ✓ Retomar a discussão sobre algumas questões do questionário, procurando estabelecer a relação entre ciência, tecnologia, matemática e sociedade;
- ✓ Comentários sobre o desenho do Pato Donald.

⁷³ Este plano de ensino recebeu algumas adaptações na sua estrutura-estética devido às necessidades da pesquisadora-docente.

09/03 – (02 aulas)

- ✓ Conjunto numéricos;
- ✓ Sala 1: A origem dos números irracionais. Disponível em: www.somatematica.com.br/irracionais.php
- ✓ Sala 1: A origem dos números negativos. Disponível em: www.somatematica.com.br/negativos.php
- ✓ Exercícios N:12, 13,14 e 15;

15/03 – (01 aula)

- ✓ Comentar sobre a utilização dos intervalos em nosso dia-a-dia;
- ✓ Tipos de intervalos e operações;
- ✓ Exercícios: N: 20 – 27;
- ✓ Solicitar exemplos de intervalos para dia 22/03 – Sala 1.

16/03 – (02 aulas)

- ✓ Apresentação do livro Ciência através dos tempos. Sala 2;

22/03 – (01 aula)

- ✓ Apresentação dos exemplos de intervalos – Sala 1;
- ✓ Exercícios: D: 39-40; P: 17-18; BO: 29-30;

23/03 – (02 aulas)

- ✓ Correção dos exercícios;
- ✓ Leitura e discussão: MENDES, Iran A. Introdução. In: **Antropologia dos números**: Significado Social, Histórico e Cultural. São Paulo: Ed. da Unesp, 2003. p. 02-06. Sala 1.
- ✓ Leitura: MENDES, Iran A. Aspectos sócio-cognitivos e culturais do número. In: **Antropologia dos números**: Significado Social, Histórico e Cultural. São Paulo: Ed. da Unesp, 2003. p. 06-15. Sala 1. Data: 06/04.

29/03 – (01 aula)

- ✓ Revisão dos conteúdos;

30/03 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação individual;

05/04 – (01 aula)

- ✓ Divulgação dos resultados da avaliação;
- ✓ Atividade coringa – Os 35 camelos. TAHAN, Malba. **O homem que calculava**. 54. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001. p.19-20.
- ✓ Localização dos pontos no gráfico, a partir do exemplo das coordenadas geográficas;
- ✓ Exercícios: R: 72;

06/04 – (02 aulas)

- ✓ Apresentação: MENDES, Iran A. Aspectos sócio-cognitivos e culturais do número. In: **Antropologia dos números**: Significado Social, Histórico e Cultural. São Paulo:

Ed. da Unesp, 2003. p. 06-15. Sala 1;

- ✓ Produto cartesiano;
- ✓ Exercícios: R: 73-74;

12/04 – (01 aula)

- ✓ Introduzir a idéia de relação e função a partir de problemas práticos;
- ✓ Exercícios: R: 75 – 78; I: 23 – 25;
- ✓ Apresentar gráficos de função e relação estabelecendo as diferenças;

13/04 – (02 aulas)

- ✓ Obter modelos de função a partir de problemas práticos – I: 27 – 38;
- ✓ Apresentar a função como sendo modelos matemáticos que atuam e formatam nosso contexto;
- ✓ Exercícios: D: 82 – 87;
- ✓ Função inversa; N: 49 – 52;
- ✓ Solicitar para dia 20/04 – concepções de ciência, tecnologia e matemática;

19/04 – (01 aula)

- ✓ Função par e ímpar; função crescente e decrescente; N: 55 – 57;
- ✓ Distribuir a todos os alunos uma folha contendo os vários eventos ocorridos na ciência e na tecnologia ao longo dos séculos e pedir para que os alunos completem com os atuais inclusive com os de matemática. Entrega dia 04/05. Sala 1.

20/04 – (02 aulas)

- ✓ Função composta; D: 89 – 91;
- ✓ Discussão das concepções de ciência, tecnologia e matemática;
- ✓ Atividade coringa: Os CD's - GARDNER, Martín. **Ah, Apanhei-te!** Lisboa: Gradiva, 1993. p. 68-70

26/04 – (01 aula)

- ✓ Revisão dos conteúdos;

27/04 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação individual;

03/05 – (01 aula)

- ✓ Divulgação dos resultados da avaliação;
- ✓ Comentários sobre os eventos científicos; Sala 1;
- ✓ Comentários da atividade coringa dos CD's;

04/05 – (02 aulas)

- ✓ Função do 1º. Grau: coeficiente, sinais, zeros, crescente, decrescente, gráfico;
- ✓ Exercícios: I: 41, 42, 49, 51; R: 123; V: 136 – 137;

10/05 – (01 aula)

- ✓ Correção dos exercícios;

- ✓ Inequação do 1º. Grau;
- ✓ Atividade coringa: Cadê o um real? Disponível em: www.somatematica.com.br;
- ✓ Solicitar pesquisa – Sala 6 – O retângulo de ouro para dia 17/05;

11/05 – (02 aulas)

- ✓ Função do 2º. Grau: raízes, zeros, sinais, gráfico, vértice;
- ✓ Exercícios: R: 124; I: 55, 60, 61, 65;

17/05 – (01 aula)

- ✓ Discussão sobre o retângulo de ouro – a matemática formatando a sociedade dentro de padrões numéricos;
- ✓ Atividade coringa: Somar é igual a multiplicar? Disponível em: www.somatematica.com.br

18/05 – (02 aulas)

- ✓ Exercícios: I: 62, 63, 68; N: 102, 103, 114;
- ✓ Discutir com base no que já foi visto em filosofia, sobre o que é sociedade;
- ✓ Texto: CEREZO, José Antonio; LUJÁN, José Luis; GORDILLO, Mariano Martín; OSÓRIO, Carlos. **Introdução aos estudos CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Trad. Walter Antonio Bazzo; Irlan von Lisingen; Luiz T. Do Vale Pereira. Madrid: OEI, 2003. p. 86-88.

24/05 – (01 aula)

- ✓ Revisão de conteúdos;

25/05 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação individual;

31/05 – (01 aula)

- ✓ Divulgação dos resultados da avaliação;
- ✓ Inequação do 2º. Grau: D: 154; N: 118, 121, 122;
- ✓ Solicitar em Sala 3 para dia 07/06:
 - LEWENKOPF, Caio. Erros, fraudes e acertos. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, v. 32, n. 192, p. 40-41, 2003;
 - PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. Uma reflexão sobre a importância do conhecimento matemático para a ciência, para tecnologia e para sociedade. **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p.21-31, jun. 2003.

01/06 – (02 aulas)

- ✓ Correção dos exercícios;
- ✓ Função definida por várias sentenças: exemplos práticos da conta de água e luz;
- ✓ Exercícios: I: 88,91; N: 132;

07/06 – (01 aula)

- ✓ Discussão dos textos solicitados;
- ✓ Solicitar leitura em sala 1 para dia 14/06: GORDILLO, Mariano Martín. Et al. **Ciencia, tecnologia y sociedad**. Madrid. Ed. Norte, 2001. p. 157-180; CEREZO, José Antonio

Lopez; LUJÁN, José Luis; GORDILLO, Mariano Martín; OSÓRIO, Carlos. **Introdução aos estudos CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madrid: OEI, 2003. p.125-128

08/06 – (02 aulas)

- ✓ Exercícios: N: 147;
- ✓ Função modular;

14/06 – (01 aula)

- ✓ Discussão do texto solicitado;
- ✓ Lançamentos das questões do ENEM;

15/06 – (02 aulas)

- ✓ Correção das questões do ENEM e discussão do seu conteúdo;
- ✓ Início da revisão.

21/06 – (01 aula)

- ✓ Revisão de conteúdos;

22/06 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação individual;

28/06 – (01 aula)

- ✓ Divulgação dos resultados da avaliação;
- ✓ Recuperação de conteúdos;

29/06 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação substitutiva;

27/07 – (02 aulas)

- ✓ Sala 3: Documentário: No ritmo do sistema. Apresentação dia 02/08;

02/08 – (01 aula)

- ✓ Domínio e imagem das funções;
- ✓ Exercícios: N: 122, 123, 124; D: 63;
- ✓ Solicitar leitura em Sala 01 para dia 09/08: SANZ, Mariano Ayarzagüena. Et al. **Ciencia, tecnología y sociedad**. Madrid: Ed. Noesis, 1996. P. 154-181.

03/08 – (02 aulas)

- ✓ Exercícios: B: 149, 150;
- ✓ Revisar potências: N: 1,2,3, 4, 5, 6; R: 148;

09/08 – (01 aula)

- ✓ Discussão sobre o texto solicitado;
- ✓ Exercícios: I: 101 – 108;

10/08 – (02 aulas)

- ✓ Lançamento do caso simulado; Apresentação 14/09 pela manhã;
- ✓ Função exponencial: D: 199, 200; N: 7,8;

17/08 – (01 aula)

- ✓ Gráfico;
- ✓ Inequações: I: 105 – 109; N: 8 – 9;
- ✓ Atividade coringa: $2 = 1$; $4 = 6$; Disponível: www.somatemática.com.br;

23/08 – (01 aula)

- ✓ Revisão de conteúdos;

24/08 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação individual;

30/08 – (01 aula)

- ✓ Comentários sobre as atividades coringa;
- ✓ Logaritmo: N: 1 – 3; R: 192;

31/08 – (02 aulas)

- ✓ Exercícios: N: 4, 5, 6, 7, 8; B: 176.
- ✓ Sala 1: ARTONI, Camila. Lei de Murphy. **Galileu**, São Paulo, n. 148, p. 20-27, nov. 2003.

13/09 – (01 aula)

- ✓ Mudança de base: N: 8, 9, 10;
- ✓ Aplicações: G: 243 – 245; D: 222 – 224; R: 187- 188; I: 142 – 142;

14/09 – (02 aulas)

- ✓ Pela manhã apresentação do caso simulado;
- ✓ Inequação: N: 1- 13; I: 138; D: 235 – 237;

20/09 – (01 aula)

- ✓ Revisão de conteúdos;

21/09 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação individual;

27/09 – (01 aula)

- ✓ Divulgação dos resultados da avaliação;
- ✓ Seqüências; B: 281 – 282;
- ✓ Solicitar Sala 01 para 04/10 - FERRONI, Marcelo. Prejuízo a perder de vista. **Galileu**, São Paulo, n. 147, p. 74-77, out. 2002.

28/09 – (02 aulas)

- ✓ Progressão aritmética; R: 370, 371;
- ✓ Lançamento do trabalho de entrevistas para dia 09/11 em Sala 5 e 6;

04/10 – (01 aula)

- ✓ Comentários sobre o texto solicitado;
- ✓ Progressão aritmética: soma;

05/10 – (02 aulas)

- ✓ Exercícios: coletânea de problemas de vários livros;

18/10- (01 aula)

- ✓ Revisão de conteúdo;

19/10 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação individual;

25/10 – (01 aula)

- ✓ Progressão geométrica; coletânea de questões dos livros;

26/10 – (02 aulas)

- ✓ Soma dos termos da Progressão geométrica finita: Problema da tartaruga de Zenão e do Xadrez;

08/11 – (01 aula)

- ✓ Soma dos termos da progressão geométrica infinita;

09/11 – (02 aulas)

- ✓ Apresentação dos trabalhos de entrevistas;

16/11 – (02 aulas)

- ✓ Problemas envolvendo Progressão aritmética e geométrica;

22/11 – (01 aula)

- ✓ Revisão de conteúdo;

23/11 – (02 aulas)

- ✓ Avaliação individual;

29/11 – (01 aula)

- ✓ Revisão de conteúdo;

30/11 – (02 aulas)

✓ Avaliação final.

Observações

Legendas:

Sala 1: leitura e discussão;

Sala 2: Leitura, apresentação e discussão;

Sala 3: leitura, análise escrita e discussão;

Sala 4: leitura e análise escrita;

Sala 5: leitura, apresentação, análise escrita e discussão.

Sala 6: Pesquisa e discussão;

BO: BONJORNO, José Roberto; GIOVANNI, José Ruy. **Matemática Fundamental** – volume único. São Paulo: FTD, 1994

N: CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ. **Matemática para escolas técnicas e centros de educação tecnológica**: funções. Curitiba: CEFET-PR, 1990.

D: DANTE, Luiz Roberto. **Matemática**: contexto & aplicações: n. 1 São Paulo: Ática, 2002

B: FILHO, Benigno Barreto; SILVA, Cláudio Xavier da. **Matemática** – volume único. São Paulo: FTD, 2000

G: GOULART, Márcio Cintra. **Matemática no Ensino Médio** – n. 1. São Paulo: Scipione, 1999

I: IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; DEGENSZAJN, David; PERIGO, Roberto. **Matemática** – volume único. São Paulo: Atual, 2002.

P: PACCOLA, Herval; BIANCHINI, Edwaldo. **Matemática** – n. 1. São Paulo: Moderna, 1995

R: SMOLE, Kátia Cristina Stocco; KIYUKAWA, Rokusaburo. **Matemática** – n. 1. São Paulo: Saraiva, 1999.

Y: YOUSSEF, Antonio Nicolau; FERNANDEZ, Vicente Paz. **Matemática** – n. 1. São Paulo: Scipione, 1993