

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

**DIMENSÕES SOCIAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE ALUNOS DE ESCOLAS PÚBLICAS
DE UM MUNICÍPIO PAULISTA**

GABRIELA ZAUTH LEITE LOPES

São Carlos - SP
2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

**DIMENSÕES SOCIAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE ALUNOS DE ESCOLAS PÚBLICAS
DE UM MUNICÍPIO PAULISTA**

Trabalho apresentado como cumprimento aos requisitos para defesa do Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos.

Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Linha de pesquisa: Dimensões Sociais da Ciência e da Tecnologia

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Niituma Ogata

Co-orientador: Prof. Dr. Wilson José Alves Pedro

GABRIELA ZAUIH LEITE LOPES

São Carlos - SP
2010

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

L864ds

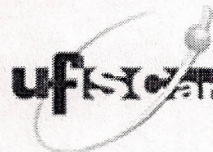
Lopes, Gabriela Zauith Leite.

Dimensões sociais de ciência e tecnologia :
representações sociais de alunos de escolas públicas de um
município paulista / Gabriela Zauith Leite Lopes. -- São
Carlos : UFSCar, 2011.
110 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2010.

1. Desenvolvimento social - ciência, tecnologia e
sociedade. 2. Estudos sociais - ciência e tecnologia. 3.
Educação. 4. Representações sociais. I. Título.

CDD: 303.483 (20^a)



**BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
GABRIELA ZAUITH LEITE LOPES**

Prof. Dra. Márcia Niituma Ogata
Orientadora e Presidente
Universidade Federal de São Carlos

Prof. Dr. Wilson José Alves Pedro
Co - Orientador
Universidade Federal de São Carlos

Prof. Dra. Antonia Regina Furegato
Membro externo
EERPUSP/Ribeirão Preto

Prof. Dra. Maria Cristina Piumbato Innocentini Hayashi
Membro interno
Universidade Federal de São Carlos

Submetida a defesa pública em sessão realizada em: 08/12/2010.
Homologada na 40^a reunião da CPG do PPGCTS, realizada em
13/12/2010.

Prof. Dra. Maria Cristina Piumbato Innocentini Hayashi
Coordenadora do PPGCTS

Fomento:

Dedico este trabalho aos meus pais Luiz (*in memoriam*) e Cristina (*in memoriam*)
ao marido Gustavo,
e aos meus pequenos que vieram depois, Valentina e João Bento

AGRADECIMENTOS

Minha família, meu porto seguro: a alegria dos meus filhos Valentina e João Bento e o amor do marido Gustavo, sempre me acompanhando de perto e de longe, foram e são a essência da minha vida.

Aos meus pais, Luiz e Cristina, que deixaram a mim e meus irmãos tudo o que precisávamos aprender.

Aos avós presentes, Mussi e Maria do Carmo, o carinho e a segurança que precisamos.

A dona Virgínia, a presença amorosa e por tudo que faz por nós e por mim.

Agradeço aos que de alguma forma fizeram parte de minha trajetória profissional.

Marisa Ramos Barbieri.

Sérgio Kodato.

Marilice e Ênio Garbellini pelo carinho de sempre.

Agradeço especialmente as escolas, diretoras e professores que me receberam e acreditaram na seriedade do meu trabalho.

E aos alunos que colaboraram prontamente com seus depoimentos.

Em destaque, agradeço a minha orientadora Márcia pela parceria, sempre atenta e paciente.

E ao co-orientador Wilson por suas observações pontuais e pertinentes.

Aos professores do programa, em especial aos que direta ou indiretamente me ajudaram, com suas aulas e parcerias.

E por fim ao programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Paulo e demais funcionários, pela oportunidade de desenvolver meu trabalho.

RESUMO

Avaliações educacionais mostram que estudantes brasileiros possuem baixo rendimento em diversas disciplinas, entre elas ciências. No cotidiano de muitas escolas, o conhecimento científico reside nos livros didáticos e não a sua volta - o que levaria ao desinteresse e a passividade. As transformações das concepções de ciência se modificaram especialmente após a II Guerra Mundial, e, de alguma forma foram transferidas à educação, no ensino de ciências, por meio de diretrizes curriculares. A educação científica pode trazer, além da aprendizagem dos conceitos, uma visão crítica e participativa, contrária à educação bancária e positivista. O objetivo desta pesquisa é analisar as representações sociais de ciência e tecnologia de alunos do ensino médio de duas escolas públicas. O referencial teórico utilizado permeia os estudos sociais da ciência e da tecnologia com o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Trata-se de pesquisa exploratória de natureza qualitativa e o referencial teórico-metodológico adotado foi o da Teoria das Representações Sociais, a qual cumpre a função de compreender como o conhecimento circula e como a ciência é apropriada pela sociedade. Foram realizadas entrevistas com questões norteadoras com 18 alunos de duas escolas públicas do ensino médio de Ribeirão Preto. O *software* ALCESTE 4.5 foi utilizado para sistematização dos dados e para posterior análise qualitativa. Foram identificadas 4 classes: 1) ação do homem na natureza; 2) tecnologia: uma facilidade traiçoeira; 3) os dois lados da ciência e 4) ciência: pesquisa pela saúde? Os resultados apontam para construção de uma representação social em que a ciência e a tecnologia deixam de ser associadas apenas ao seu potencial de criação e à solução dos problemas, para abarcarem significados mais críticos. Os sujeitos dessa pesquisa associam os benefícios da ciência à cura de doenças, como Aids e câncer, e os malefícios às guerras e aos interesses pelo lucro. O conhecimento compartilhado pelos alunos sobre o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade mostra que estes estão cientes dos malefícios que o progresso científico acarreta no meio ambiente. A proposta dialógica e a inserção de dimensões sociais no ensino de ciências abrem caminho para a ciência fora dos laboratórios e dentro da realidade brasileira.

Palavras-chave: Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia. Educação CTS. Representações Sociais.

ABSTRACT

Educational evaluations show that Brazilian students possess low income in diverse discipline, between them sciences. In the daily one of many schools, the scientific knowledge inhabits in didactic books and not its return - what it would taken to the disinterest and the passivity. The scientific education can bring beyond the learning of the concepts, a critical and contrary vision to the positivism education. The transformations of the conceptions of science if had modified the World War II especially after, and, of some had been transferred to the education, in the education of sciences, by means of curricular lines of direction. . The objective of this research is to identify the vision of science of pupils of the average education of two public schools and to analyze its social representations of science and technology. The theoretical referencial used is the social studies of science and the technology and the STS Movement (Science, Technology and Society). The referencial adopted theoretician-methodology is the Social Representations, which fulfill the function to understand as the knowledge circulates and as science is appropriate for the society. One is about exploratory research of qualitative nature. In the collection of data interviews with questions with 18 pupils of two public schools of the average education of Ribeirão Preto had been carried through. Software ALCESTE 4,5 was used for systematization of the data and posterior qualitative analysis. The program identified 4 classes: 1) Action of the man in the nature; 2) Technology: a treacherous easiness; 3) The two sides of science and 4) Science: research for the health? The results point with respect to construction of a social representation where science and the technology leave of being associates only to its potential of creation and solution of problems, to accumulate of stocks more critical meanings. The citizens of this research associate the benefits of science to the cure of illnesses and the curses to the wars and the interests for the profit. The knowledge shared for the pupils on the impact of science and the technology in the society sample that these are conscientious of the curses that the scientific progress causes in the environment. The proposal of dialogue and the insertion of social dimensions in the education of sciences open way for science are of the laboratories and inside of the Brazilian realitie.

Keywords: Social Studies of Science and the Technology. STS Education. Social representations.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Proposições da SATIS.....	34
Quadro 2	Modalidades de CTS na educação.....	36
Quadro 3	Dimensões abordadas em cursos CTS.....	36
Quadro 4	Núcleo teórico de referência CTS.....	38
Quadro 5	Evolução da Situação Mundial de Tendências no Ensino 1950-2000.....	47
Quadro 6	Relações entre CTS e Paulo Freire.....	52
Quadro 7	Métodos de participação.....	55
Quadro 8	Atividades participativas ocorridas no Brasil.....	56
Quadro 9	Universo consensual e reificado.....	63
Quadro 10	A construção do conhecimento.....	63
Quadro 11	Caracterização dos sujeitos da pesquisa.....	76
Quadro 12	Classificação Hierárquica Descendente.....	79
Quadro 13	Palavras significativas de cada classe.....	80
Quadro 14	Representações de ciência e tecnologia.....	94
Quadro 15	Malefícios e benefícios da ciência.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Classes identificadas pelo Alceste.....	78
----------	---	----

LISTA DE SIGLAS

AAAS	American Association for the Advancement of Science
ADH	Análise Hierárquica Descendente
AFC	Análise Fatorial de Correspondência
AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
ALCESTE	Analyse Lexicale par Contexte d'un Ensemble de Segment de Texte
ANT	Actor-Network Theory
ASC	Aspectos sociocientíficos
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEFET/PR	Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
CEFET/RJ	Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro
CEP/UFSCar	Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos
CT	Ciência e Tecnologia
CHD	Classificação Hierárquica Descendente
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CUDOS	Communalism, Universalism, Disinterestedness, Organized Skepticism
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EPOR	Empirical Program of Relativism
HIV	Human Immunodeficiency Virus
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
IBIT	Instituto Brasileiro de Inteligência Tecnológica
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
NSTA	National Science Teachers Association
OEI	Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PISA	Programme for International Student Assessment
PLACE	Proprietary, Local, Authoritarian, Comissioned, Expert
PLACTS	Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade
PUC-Campinas	Pontifícia Universidade Católica de Campinas
R&D	Research and Development
RS	Representações Sociais
SATIS	Science and Technology In Society
SCOPE	Scientific Committee on Problems of the Enviromnent
SCOT	Social Construction of Tecnology
SISCON	Science In a Social Context
SSI	Socioscientific issues
TRS	Teoria das Representações Sociais
UC	Unidade de Contexto
UCE	Unidade de Contexto Elementar
UCI	Unidade de Contexto Inicial
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco

UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UnB	Universidade de Brasília
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
VOSTS	Views on Science-Technology Society

SUMÁRIO

Apresentação

Introdução

Capítulo 1	Ciência e sociedade: a construção de novos paradigmas	20
1.1	O campo CTS	20
1.2	O campo CTS e relações com a sociologia da ciência	24
Capítulo 2	Ciência e Educação CTS	30
2.1	Educação científica e suas diversas concepções	30
2.2	Educação CTS	32
2.2.1	Educação CTS no Brasil	37
2.2.2	Aspectos do Ensino de Ciências no Brasil	47
2.3	Paulo Freire e o enfoque CTS	50
2.3.1	Educação para participação pública?	53
Capítulo 3	Perspectiva teórico-metodológica	59
3.1	Representações sociais: o conhecimento construído e compartilhado socialmente	59
4	Procedimentos metodológicos	69
4.1	Levantamento bibliográfico	69
4.2	Trabalho de campo	71
4.2.1	Aspectos éticos da pesquisa	71
4.2.2	Local de estudo	71
4.2.3	Participantes e procedimentos de coleta de dados	72
4.2.4	Instrumento de coleta de dados	73
4.2.5	Instrumento de análise dos dados	74
5	Resultados	76
5.1	Caracterização dos sujeitos	76
5.2	Classes fornecidas pelo Alceste	78
5.3	Classificação Hierárquica Descendente	79
5.4	Léxicos significativos de cada classe	80
5.5	Caracterização da classes	81
6	Discussão: da ciência industrial para ciência cidadã	89
6.1	O que a ciência representa	93
7	Considerações Finais	96
Referências		98
Apêndice		109
Anexo		110

APRESENTAÇÃO

A escolha pela profissão de jornalista foi sempre clara, mas atrasada por um curto período no curso de Psicologia (PUC-Campinas). Na formação de jornalista (UNAERP, 1996-1999) já me empenhava em diversas atividades em veículos jornalísticos. Como fotógrafa, desenvolvi a atividade profissionalmente por alguns anos. Mas meu objetivo foi sempre a busca e a paixão pelo texto. Passei por revistas e jornais locais, até iniciar o trabalho com assessoria de imprensa na Casa da Ciência, um projeto educacional cujo objetivo é fazer a ligação entre universidade e escola. Essa instituição é ligada ao Hemocentro de Ribeirão Preto (USP-RP), e a um centro de pesquisas em biologia celular e molecular (CEPID-FAPESP¹). O contato com professores e alunos de escolas públicas - em especial - me aproximou da rica experiência de aprendizagem e da capacidade criativa desses alunos. Dentre outras atividades, uma de minhas funções era desenvolver um jornal para as escolas, um desafio muito produtivo, fruto de uma parceria com pesquisadores, alunos e professores. O objetivo do Jornal das Ciências era atualizar temas em células-tronco, doenças hematológicas e doação de sangue e fornecer um espaço de participação para alunos e professores com produção de textos e relatos de atividades. Para isso, visitávamos escolas para acompanhar o desenvolvimento das atividades, feiras de ciências e apresentações de teatro. Outra atividade que desenvolvi com os alunos foram oficinas de redação e de jornal, prática que ainda mantenho ativa em escolas e instituições.

Acompanhar seu aprendizado e seus olhos de descoberta me levou a alguns questionamentos. De que forma esses alunos aprendem ciência? Quais são suas maiores dificuldades? Que fatores podem atrasar ou favorecer seu aprendizado? O que a ciência pode significar na sua vida? De que maneira aprender ciência pode modificar o seu modo de pensar e viver?

Essas questões foram claramente elaboradas após o contato e compreensão do referencial teórico utilizado. A partir dos temas iniciais de pesquisa em educação científica e alfabetização científica, a Educação CTS, vinda dos estudos do movimento CTS, trouxe mais uma reflexão: até que ponto os alunos compreendem a dimensão social da ciência? Eles percebem que a ciência possui um outro lado, além dos seus benefícios?

Dessa forma iniciou-se o desenho da minha pesquisa. Para compreender o que alunos pensam sobre a ciência, a coleta de dados seria realizada em escolas, numa idade em que teriam mais vivências, percepções e mesmo mais conteúdos escolares, por isso a escolha pelo

¹ Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão, financiado pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

ensino médio. A opção pelas escolas públicas se deu pela familiaridade com os alunos e pela percepção que sendo a maioria no ensino brasileiro, com necessidades estruturais e sociais, seria importante ouvi-los.

Entrar nas escolas e poder desenvolver esta pesquisa foi uma forma de unir os anos de prática com os teóricos e referenciais adquiridos. Dar oportunidade para emitirem seus valores e opiniões me fizeram entender que os alunos possuem voz ativa e que têm muito a dizer. Nessa perspectiva, a sala de aula continua sendo o melhor lugar para aprender, questionar e, porque não, ser ouvido.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa de mestrado tem como objetivo analisar as representações sociais de ciência e tecnologia de alunos do ensino médio de escolas públicas.

O tema de pesquisa envolve a educação científica e suas diferentes terminologias, as quais mostram as mudanças na própria concepção de ciências, estas relacionadas ao contexto político e social determinado historicamente.

No contexto do desenvolvimento científico, a II Guerra Mundial é um marco histórico e traz uma mudança de paradigma: a ciência mostra a sua dualidade e suas controvérsias. Após o período de encantamento, “a ciência é criticada por estar ligada a práticas sociais diferentes da ordem científica, em que o poder, o dinheiro e o lucro simbólico constituem poderosos motores práticos, como em qualquer outro microcosmo social”. Pairava um ar de anticiência; a ciência era acusada de sustentar complexos militares, dominar minorias sociais, afirmar a superioridade da ciência ocidental e ser responsável pela degradação ecológica do planeta (SHINN; RAGOUET, 2008, p.161).

A partir de 1970, houve uma transformação na concepção de ciência, contrária à imagem de um campo social e autônomo. A análise das condições sociais, dos contextos culturais, modelos organizacionais da investigação científica, antes separada no campo da sociologia da ciência, está hoje presente numa reflexão epistemológica da ciência (SANTOS, 2009). Para além das proposições de Merton (1974), pensadores de uma nova sociologia da ciência trazem contribuições de estudos etnográficos e das controvérsias científicas, bem como de novos paradigmas.

Alguns aspectos dessa transformação da ciência foram transferidos à educação, em especial ao ensino de ciências - campo de conhecimento composto pela Física, Química e Biologia - sedimentado e sustentado por instituições acadêmicas, associações profissionais e órgãos governamentais (KRASILCHIK, 1987).

Em contrapartida, no cotidiano de muitas escolas, o conhecimento científico reside dentro dos livros didáticos e não a sua volta - o que levaria ao desinteresse, a passividade e o baixo rendimento. Num país onde a escola é uma instituição cujo maior objetivo deve ser a inclusão social, o desafio da educação é superar questões de aprendizagem. “Não há como negar que é no espaço escolar que o indivíduo passará pelas primeiras experiências de exercício de sua cidadania”. Em especial, no ensino médio, o ensino de biologia pode proporcionar um “espaço de participação”, que não está restrito às disciplinas da área de humanas, “pelo contrário, as questões atuais da biologia obrigatoriamente nos remetem para

além das ‘fronteiras’ destas disciplinas, pois as implicações sociais, políticas, econômicas e éticas do conhecimento biológico devem ser consideradas, estimulando assim a aprendizagem” (SILVA; KRASILCHIK, 2005, p. 1).

Krasilchik (2005, p.2) afirma que a partir do momento em que ciência e a tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, a educação deveria acompanhar essa evolução. A exclusão de aspectos históricos, políticos, econômicos e sociais do ensino de ciências impede que se atinja seu potencial educacional. “O ensino de ciências deveria sofrer alterações que incluíssem não apenas inovações de conteúdos, mas também o desenvolvimento de atitudes e valores e a preparação para a tomada de decisões, contribuindo assim para se alcançar o pensamento crítico”. Para que os futuros cidadãos participem ativamente do processo democrático, esses deveriam compreender as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, “bem como avaliar inteligentemente as atividades tecnológicas e científicas no contexto moderno” (SILVA; KRASILCHIK, 2005, p.2).

A tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade compõe o movimento CTS, o qual engloba diretrizes de críticas, questionamentos, crises e mudanças com uma visão da ciência mais humana e participativa. Há 30 anos são desenvolvidas atividades de políticas públicas, na pesquisa acadêmica e na educação.

A Educação CTS traz inovações no currículo escolar, as quais propõem uma visão centrada na formação de atitudes, valores e normas de comportamento relacionados à intervenção da ciência e da tecnologia na sociedade. Concebida como uma “opção educativa transversal” (ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2002), a discussão de temas CTS transfere para sala de aula a inserção dos aspectos relacionados aos campos da História, Filosofia e Sociologia da Ciência, incluindo a Natureza da Ciência (ACEVEDO DÍAZ et al, 2005; GURGEL; MARIANO, 2008).

A presente pesquisa contextualiza-se no campo da educação científica ao analisar como os alunos se apropriam do conhecimento científico, num contexto de evolução tecnológica. O ponto de partida é instaurado a partir de algumas questões: qual é a visão dos estudantes sobre a ciência e a tecnologia? Os alunos conseguem perceber a dimensão social da ciência? A ciência é vista pelos alunos somente pelo seu “lado bom” de trazer benefícios e o bem-estar, ou eles visualizam que ela pode também trazer malefícios?

Ao identificar suas representações sociais de ciência e tecnologia, presume-se que será dado um primeiro passo para subsidiar discussões e esclarecer questões relativas ao universo de compreensão dos alunos acerca do conhecimento científico e sua relação com a sociedade.

Este trabalho constitui-se de três capítulos, os quais reúnem o referencial teórico utilizado. O primeiro capítulo traz uma breve descrição do desenvolvimento da ciência. A partir das normas institucionais de Robert Merton inicia-se uma discussão sobre a institucionalização da ciência. Uma grande contribuição aos estudos sociais da ciência parte de Thomas Kuhn, o qual modifica a visão da ciência cartesiana ao apresentar o conceito de paradigma, em 1962. A partir de 1970, a instauração da nova Sociologia da Ciência modifica os modos de apreensão do conhecimento científico. Estudos etnográficos e a visão da ciência transcrita sob um conjunto de atores são conceitos familiares a Bruno Latour, Michel Callon e Karin Knorr-Cetina.

A ciência é desconstruída pelas vertentes de Boaventura Souza dos Santos e John Ziman. Ziman traz a evolução da ciência acadêmica para pós-acadêmica, cujo conhecimento possui um valor comercial, a serviço da pesquisa e desenvolvimento. Boaventura, por sua vez, instaura a concepção de um paradigma emergente, um salto do conhecimento científico para o conhecimento do senso comum. Essa concepção de crítica fecha o primeiro capítulo com o movimento CTS, o qual reúne todas essas concepções de ciência com referenciais em Rachel Carson, Charles Snow e Pierre Bourdieu.

O segundo capítulo mostra a educação em diversas matrizes: o ensino de ciências e suas transformações ao longo do tempo; e, posteriormente, a Educação CTS com as seguintes temáticas: propostas curriculares, pedagogia de Paulo Freire e aspectos da participação pública. São colocadas em discussão as propostas curriculares contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a nova Proposta Curricular do Estado de São Paulo, recém-aplicada nas escolas públicas. Observa-se que os parâmetros curriculares utilizados estão em consonância com os estudos CTS.

Capacitar o aluno para que ele tenha um posicionamento crítico e, mais, que possa ter subsídios para participar de uma decisão sobre ciência, são concepções que se aproximam da educação como prática de liberdade de Paulo Freire. A luta contra a cultura do silêncio e contra a educação bancária aproxima sua pedagogia dos temas geradores aos aspectos da Educação CTS. Presente na concepção de educação para cidadania, pode-se dizer que a participação pública é um dos objetivos finais da Educação CTS. A tomada de decisões é uma capacidade que pode ser educada na comunidade, no trabalho, em casa, e principalmente na escola subsidiada por um ensino de ciências comprometido e referenciado em aspectos éticos e bioéticos (SILVA; KRASILCHIK, 2005). O capítulo finaliza com a apresentação dos modelos de participação pública e iniciativas ocorridas no Brasil.

O terceiro capítulo mostra como a discussão de um tema de interesse e importância como a ciência, está nas premissas da Teoria das Representações Sociais, que além de subsídio teórico é utilizado como metodologia para se aproximar do universo dos alunos sobre ciência e tecnologia e sua relação com a sociedade.

OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é analisar as representações sociais de ciência e tecnologia de alunos de duas escolas públicas de um município paulista.

Objetivos específicos:

- investigar a visão de ciência e tecnologia dos alunos e como eles compreendem sua dimensão social;
- analisar a relação que fazem entre ciência, tecnologia e sociedade.

JUSTIFICATIVA

A ciência, seja ela vista sob as representações sociais ou estudada em seu próprio contexto numa via epistemológica, é um conteúdo a ser tratado com atenção nas escolas. De acordo com pesquisas, os alunos carregam uma visão linear da ciência, cujos conceitos das aulas de biologia destinam-se a cumprir um currículo pré-determinado (CACHAPUZ, 2005; KRASILSHIK, 1987, 2005; SILVA; GASTAL, 2008; NASCIMENTO, 2007). A curiosidade e a investigação decorrentes do pensamento científico ficam presas aos livros didáticos e ao que o professor consegue fazer em pouco tempo e com pouca estrutura. Um salário defasado², a falta de prestígio da profissão, aliada a estrutura das escolas públicas deixa grande parte delas, pouco propícia ao desenvolvimento intelectual dos alunos. De acordo com a pesquisa de Lapo e Bueno (2003, p.66), que estudaram o abandono da profissão docente por parte de professores da rede estadual, em São Paulo, essa situação afeta fatores essenciais para o exercício da profissão, como “o envolvimento com o trabalho; a crença na importância do ensino para as futuras gerações; a percepção de reconhecimento e valorização da atividade docente por parte dos alunos, dos pais e da sociedade; a garantia de condições satisfatórias de trabalho e de salário condizente [...]”.

²De acordo com a APEOESP (Sindicato dos Professores do Ensino Oficial do Estado de São Paulo), o piso salarial de um professor é de R\$950,00 para uma jornada de até 40 horas. Fonte: <http://apeoespsub.org.br/>.

A precariedade de tais condições confirma os resultados de avaliações nacionais e internacionais, sempre abaixo da média. O PISA (sigla em inglês para Programa Internacional de Avaliação de Alunos), avaliou o desempenho em Matemática, Leitura e Ciências de estudantes de 15 anos, em 57 países. No *ranking* de ciências, realizado em 2006, o Brasil ficou na 52ª posição³ (PISA, 2006). De acordo com dados de 2009 do Idesp (Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo), com avaliações em Português e Matemática, 59,5% das escolas de 1ª a 4ª série e 55,2% das de 5ª a 8ª série tiveram avaliação abaixo estipulado pelo governo (FREITAS, 2009). Em 2010, nenhuma das 66 escolas da rede estadual de Ribeirão Preto conseguiu atingir em 2009 as notas mínimas para o patamar de qualidade considerado ideal pelo Idesp (COISSI, 2010).

Nas escolas, a visão da ciência ensinada por alguns professores esbarra em alguns equívocos: “ou a explicação científica é apresentada como verdade imutável e absoluta, única possibilidade de crença, ou o conhecimento científico é horizontalmente colocado com todas as demais crenças, configurando-se apenas como mais uma explicação entre tantas” (BRASIL, 2006, p.39). Segundo Cachapuz (2005), são visões empobrecidas e distorcidas como essas que criam o desinteresse e rejeição de muitos estudantes, o que podem ser convertidos em obstáculos para aprendizagem.

Essas dificuldades, encontradas também no ensino de ciências, são descritas por Krasilchik (2005), como a massificação do sistema escolar e a falta de estrutura para atividades práticas; o despreparo dos professores para que atendam às exigências do ensino, e sua consequente formação deficitária; e, por fim, a falta de integração entre as disciplinas de ciências no currículo escolar.

Salienta-se a importância de trazer o campo da pesquisa em educação aos países da América Latina, os quais não têm recebido a devida atenção. Aspectos fundamentais desta abordagem estão relacionados “à explicitação de especificidades socioculturais e socioeconômicas regionais que podem ser úteis para uma abordagem educacional contextualizada, socialmente referenciada e comprometida em termos curriculares [...]” (VON LINSINGEN, 2007, p.2).

A partir deste olhar tem-se uma ciência observada por um outro ângulo, antipositivista por natureza. As novas concepções do conhecimento científico, bem como as discussões

³O PISA é realizado a cada três anos. O Brasil participa do Programa desde a primeira edição, em 2000, coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). A última edição foi aplicada no Brasil em maio de 2009. Cerca de 50 mil alunos fizeram a prova, de 990 escolas públicas e privadas, das áreas rural e urbana de 587 municípios, em todos os estados do País, além do Distrito Federal. O resultado ainda não foi divulgado.

sobre o senso comum são estudadas pela vertente da psicologia social. A Teoria das Representações Sociais de Serge Moscovici é utilizada como referencial teórico e metodológico representa um das possibilidades dessa perspectiva. O questionamento da ciência acadêmica como superior ao conhecimento popular é um tema que norteia esta pesquisa. Moscovici (1978) estuda a maneira como o conhecimento circula e como a ciência é apropriada pela sociedade, e indaga: como o conhecimento científico é transformado em conhecimento comum?

CAPÍTULO 1 - CIÊNCIA E SOCIEDADE: A CONSTRUÇÃO DE PARADIGMAS

1. 1 Campo CTS

O campo CTS constitui uma vertente crítica ao desenvolvimento da ciência. Alguns autores são emblemáticos para a discussão CTS e trazem as relações na comunidade acadêmica com os estudos de Snow (1995), da regulação do capital científico com Bourdieu (2004), e a discussão alarmante da degradação do meio ambiente em favor da industrialização com Carson (1969).

Pierre Bourdieu traz o conhecimento de volta à sociologia e estuda o poder de instituições, como as universidades, para definição do conhecimento legítimo. Bourdieu (2004) faz uma leitura crítica dos usos sociais da ciência e apresenta o conceito do campo científico, universo no qual estão inseridos agentes e instituições que produzem, reproduzem ou difundem a ciência. Um mundo social que obedece leis sociais, um espaço relativamente autônomo, um microcosmo dotado de leis próprias, mas como macrocosmo é submetido às leis sociais. O campo científico comanda os pontos de vista, as intervenções científicas, os lugares de publicação, os objetos pelos quais há interesse. Sua estrutura é determinada pela distribuição de capital científico num dado momento, ou seja, os agentes, indivíduos ou instituições caracterizados pelo volume de seu capital, determinam a estrutura do campo em proporção ao seu peso.

Outra referência é a palestra “Rede” proferida por Charles Percy Snow, em 1959, em Cambridge, a qual fala, sobretudo, da polarização entre o mundo da ciência e das humanidades, que o autor definiu como duas culturas. O livro aponta diversidades entre cientistas e não-cientistas, considerando que os cientistas possuem valores, comportamentos, abordagens comuns. Os humanistas têm em comum sentimentos anticientíficos, e a desconsideração pelo valor da pesquisa do mundo natural e suas consequências. Esses dois mundos apresentam visões distorcidas um do outro e dificuldades de comunicação como resultado de uma especialização excessiva. Em suma, os humanistas não conhecem conceitos básicos da ciência e os cientistas não tomam conhecimento das dimensões psicológicas, sociais e éticas dos problemas científicos. Essa dicotomia cultural traz graves consequências educacionais. Snow (1995) afirma que a academia deveria ao reconhecer o problema, e procurar construir pontes para tornar transponível o que separa as duas culturas.

Rachel Carson (1969), com seu movimento de ativismo ecológico, mudou a visão da sociedade sobre alguns aspectos da ciência, em especial das grandes indústrias. Um marco na

luta pela biodiversidade, seu livro “Primavera Silenciosa” denunciou os efeitos nocivos e venenosos de agrotóxicos utilizados nas plantações, os quais tinham relação com o desenvolvimento de câncer nos seres humanos, contaminação de rios, morte de animais e o silêncio dos pássaros.

Uma das características da sociedade contemporânea é a importância ocupada pela ciência e tecnologia, centrada nas consequências do desenvolvimento científico-tecnológico e em suas dimensões humana, social, cultural e econômica.

Sem dúvida que esses desenvolvimentos trouxeram grandes benefícios à condição humana. Porém, à medida que se amplifica o seu impacto sobre a natureza em geral e sobre a vida dos indivíduos e das sociedades em particular, profundas e agudas questões sociais e éticas se vão levantando (PRAIA; CACHAPUZ, 2005, p. 175).

As consequências do desenvolvimento tecnocientífico, como a energia nuclear, as manipulações genéticas e a informatização demandam tomadas de posição e decisão “que não competem apenas e só às comunidades científica e tecnológica” (PRAIA; CACHAPUZ, 2005, p. 175).

A reflexão da ciência é o mote do movimento CTS, o qual surgiu num contexto específico do progresso da humanidade: a II Guerra Mundial - juntamente com o projeto *Manhattan* e o relatório *Science: The Endless Frontier*; o movimento *Pugwash*⁴ o movimento ambiental, o movimento das mulheres e as reformas do currículo de ciência (AIKENHEAD, 2003). Praia e Cachapuz (2005, p.185) traçam três posicionamentos historicamente dominantes a respeito das imagens da ciência:

- questionam-se as vantagens da ciência, quando acompanhadas de bombas atômicas e contaminação ambiental. Ligada ao nascimento do capitalismo, alimenta posições anticientíficas e partilha o sentimento de dominação, exploração e manipulação da natureza e dos homens. Critica as normas mertonianas e aceita as proposições de Ziman, sobre a mudança da ciência acadêmica (a principal recompensa é o reconhecimento social) para o modo de produção de ciência industrial (a recompensa é baseada em promoções e benefícios materiais).

⁴*Pugwash Conferences on Science and World Affairs* é uma organização internacional, fundada em 1957, a qual alerta sobre o perigo dos arsenais nucleares e propõe caminhos alternativos para conflitos entre nações.

- a ciência é considerada uma forma verdadeira de conhecimento, perspectiva dominante na comunidade científica. Uma visão antropocêntrica em que o homem conquista e controla a natureza por meio da ciência e tecnologia. É definida como um modelo linear, em que a investigação pura possui conseqüências práticas sem responsabilidades morais, ignorando as preocupações do público.

- adota uma posição de compromisso, com posicionamento teórico baseado no movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Valoriza-se a dimensão ciência em Sociedade e Ciência para a Sociedade, como um apelo para a responsabilidade social dos cientistas, os quais devem se comprometer com padrões éticos, tanto na sua própria formação e também nos que estão na primeira linha da educação para cidadania, os professores.

Os estudos CTS possuem duas tradições historicamente formuladas. A europeia possui uma ênfase na tradição acadêmica, na dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico com uma característica teórica e descritiva; e a americana nas conseqüências sociais da ciência e da tecnologia, sendo mais prática e valorativa (BAZZO, 1998). O movimento CTS possui três campos de atuação (LÓPEZ CERESO, 2002). A pesquisa acadêmica se consolidou como alternativa da reflexão tradicional à filosofia e sociologia da ciência, ao promover uma visão contextualizada da atividade científica como processo social. Na relação com as políticas públicas, defende-se a regulação pública da ciência e da tecnologia, ao promover a criação de mecanismos democráticos que facilitem a abertura dos processos de tomada de decisões em questões referentes às políticas científico-tecnológicas. Na educação, a nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem cristalizado a aparição de programas CTS no ensino secundário e universitário em numerosos países.

Um dos desafios atuais é conciliar a ciência e a tecnologia orientada como uma inovação produtiva com a preservação da natureza e a satisfação de necessidades sociais. “El mundo de hoy es un mundo de beneficios y amenazas globales, así como de profundas desigualdades en la distribución de la riqueza, los costes ambientales y la apropiación del conocimiento científico” (ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2002, p.2). Quando a relação com o ambiente foi incluída nas premissas CTS, passou a se denominar ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA). Nesse sentido, o movimento CTSA resgata o papel da educação ambiental do movimento CTS (SANTOS, 2007).

Em âmbito internacional, a Organização dos Estados Iberoamericanos para Ciência, Educação e Cultura (OEI - Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura) considera o movimento CTS um campo de estudo adequado para os

países iberoamericanos, onde se espera que a inovação melhore a qualidade de vida dos cidadãos e favoreça o crescimento econômico. O objetivo é promover o envolvimento no processo de compreensão pública da ciência, como também de suas incertezas, desafios, riscos e benefícios. Os indicadores de recursos humanos disponíveis para as atividades de ciência e tecnologia se mostram insuficientes em comparação a países de maior desenvolvimento econômico.

O campo CTS é constituído por três vertentes principais: Estudos da Ciência e Tecnologia na Europa, Ciência, Tecnologia e Sociedade nos EUA e o Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS)⁵. O PLACTS assume esse papel como corrente de pensamento criada entre 1950 e 1970, com os pensadores Amilcar Herrera, Jorge Sábato e Oscar Varsavsky, na Argentina, José Leite Lopes no Brasil, Miguel Wionczek no México, Francisco Sagasti no Peru, Máximo Halty Carrere no Uruguai, Marcel Roche na Venezuela, entre outros. O movimento critica a relação de dependência dos países menos desenvolvidos e os industrializados; enquanto os primeiros tentam produzir um conhecimento científico local, são submetidos ao conhecimento tecnológico dos países industrializados⁶ (VACCAREZZA, 2002; VON LINSINGEN, 2007).

De acordo com Dagnino (2009, p.84), o PLACTS é uma iniciativa dos Estudos Sociais da Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS) ocorrida na Argentina e no Brasil, com “uma gênese, objetivo e desenvolvimentos bem distintos daqueles dos países avançados”. Dagnino, Thomas e Davyt (1996, p.29) abordam o desenvolvimento do PLACTS a partir de algumas circunstâncias políticas iniciadas na década de 70, juntamente com uma geração de estudos acadêmicos em universidades. Dentre elas: 1) No início dos anos 80, começaram a estenderem-se na América Latina cursos orientados a criação de carreiras de pós-graduação em formação qualificada em gestão de C&T; 2) Os estudos sobre sociologia da ciência tendem a integrar-se em unidades acadêmicas com orientação CTS; 3) A difusão de teorias econômicas que explicam a mudança social e produtiva em termos de inovação tecnológica, que visam o estudo das mudanças nos contextos econômicos e sociais; e 4) A preocupação

⁵Esta expressão foi cunhada para descrever as contribuições de cientistas latino-americanos, em especial a obra pioneira de Jorge Sabato em 1975, a qual se refere ao “pensamiento latinoamericano en ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia”.

⁶É válido lembrar que a questão dos estudos sociais da ciência e da tecnologia na América Latina converge para a questão de financiamento a atividade científica nesses países. Os gastos latino-americanos em ciência e tecnologia representam em média menos que 0,5% do PIB, enquanto que nos países desenvolvidos essa margem chega a 2% e 3%. Nos EUA gasta-se US\$ 171 mil por pesquisador, já na América Latina não chega a US\$ 59 mil (VACCAREZZA, 2002).

com a problemática ambiental ocasionou uma abordagem ecológica da problemática da C&T, trazendo questões sobre desenvolvimento.

Para Vaccarezza (2002) a discussão CTS na América Latina derivou para constituição de um campo de conhecimento do que para formação de um movimento social.

1.2 O campo CTS e as relações com a sociologia da ciência

O campo CTS compartilha saberes da História da Ciência, Sociologia da Ciência e Filosofia da Ciência. Ben David (1975) reúne a análise do campo da sociologia da ciência em dois momentos históricos. Os temas e linhas de pesquisas tratadas entre 1920 e 1939, em especial o clima de desilusão com a cultura científica decorrente da I Guerra Mundial e da depressão econômica, abalaram a crença que a ciência conduziria ao progresso da humanidade. Não foram levadas em conta as diferenças na organização da economia, do trabalho científico e do estado social do cientista. Distinguem-se dois grupos: ingleses e americanos. Os ingleses são chamados de humanistas científicos, inspirados no marxismo e na visão da ciência como um elemento da economia. Tentava-se oferecer respostas ante a crise econômica de 1929, e ante as acusações de inutilidade social e caráter nocivo da ciência. O livro de John D. Bernal, *The social functions of science* (1939) reuniu informações sobre a organização e os usos da ciência em diversos países. O grupo americano é constituído de sociólogos profissionais e contribui com a noção de comunidade científica de Michael Polányi e as produções de Robert Merton.

Num outro momento, posterior ao desenvolvimento iniciado após a II Guerra Mundial, presente até os nossos dias, as funções sociais da ciência mudaram radicalmente. Isto inclui o prestígio dos cientistas e dos físicos nucleares, o que levou a criação de instituições e unidades governamentais e acadêmicas em todo mundo. A obra de Thomas Kuhn foi fundamental para esta fase da sociologia da ciência, com a institucionalização dos paradigmas. Kuhn desconsidera que o progresso da ciência ocorra por acumulação e sim por rupturas. O conceito de ciência normal é a forma concreta de um conjunto de atividades rotineiras destinadas a elaborar e afirmar teorias no quadro de um paradigma. Quando um paradigma é dominante, um conjunto de pesquisadores participa de um consenso acerca das questões colocadas e resolvem problemas como um jogo de quebra-cabeças. Nesses resultados surge uma anomalia, as regras da ciência normal se enfraquecem e o paradigma

dominante é colocado em questão. Constitui-se então uma fase revolucionária, em que um paradigma se encerra e cede lugar a outro.

O sociólogo norte-americano Robert Merton (1910-2003) reconheceu a ciência além de seus aspectos epistemológicos, com sua obra sobre uma linhagem de trabalhos sobre a estrutura normativa da ciência, o chamado *ethos científico*. Em 1938, Robert Merton apresentou sua tese de doutorado, *Science, technology and society in seventeenth century England*, em que examinou de um ponto de vista sociológico uma série de condições religiosas, profissionais e institucionais susceptíveis de explicar a revolução científica e técnica que ocorreu na Inglaterra no último terço do século XVII. “O estabelecimento de papéis científicos, definidos pelas normas internas da comunidade científica abre-se ao reforço de uma autonomia e facilita o avanço da ciência moderna na Inglaterra” (SHINN; RAGOUET, 2008, p.14).

O *ethos* da ciência é definido como um corpo de conhecimento diferente dos outros modos de apreensão da realidade. Possui uma explicação racional metodológica, são moralmente obrigatórios, não por serem eficazes do ponto de vista do procedimento, mas porque são considerados justos e bons. Reunidos no acrônimo CUDOS⁷, da sigla em inglês: *Communalism, Universalism, Disinterestedness, Organized Skepticism* (MERTON, 1974; SHINN; RAGOUET, 2008):

- Universalismo - uma pretensão à verdade e quaisquer que sejam suas origens devem ser submetidas a critérios impessoais preestabelecidos, em consonância com a observação e o conhecimento previamente confirmado. Independente de credo, raça, nacionalidade, religião ou classe social;

- Comunalismo - a ciência é uma atividade pública e leva a produção de bens públicos; as descobertas da ciência são decorrentes da colaboração social e destinadas à comunidade. Uma lei ou uma teoria não é de propriedade exclusiva de seu descobridor; seu direito à propriedade intelectual se limita à gratidão e à estima. Outro conceito ligado ao comunalismo é o imperativo da comunicação dos resultados, em que a ocultação das descobertas é condenada;

- Desinteresse - elemento institucional básico, como o altruísmo, a curiosidade, a paixão do saber; os cientistas não são movidos por interesses pessoais ou por motivações

⁷Alguns autores, como Ziman (1996), incluem mais uma norma, a *Originality*, a qual designa que os cientistas não são sempre inspirados pela curiosidade, mas pela originalidade intelectual, para superar as fronteiras da ignorância.

extracientíficas. A exigência de desinteresse tem alicerce no caráter público e testável da ciência, o que contribui para integridade do homem da ciência;

- Ceticismo organizado - os julgamentos são suspensos até que os fatos estejam à mão. Abrange a prática da revisão por pares, o incentivo à crítica e a controvérsia em congressos científicos. Pode ser chamada como a intromissão da ciência em outras esferas, que parece invalidar dogmas particulares da Igreja, da economia ou do Estado.

Ziman (2000) questiona os designs do *ethos* científico, considerando-os abstratos e filosóficos. O autor apresenta suas proposições para ciência pós-acadêmica, as quais evidenciam interesses de uma prática científica proprietária, local, autoritária, comissionada e *expert*, reunidas na sigla PLACE:

- *Proprietary* - estaria caracterizada por uma substituição da norma do comunalismo pela ciência proprietária. A ciência produz o conhecimento privado que não é necessariamente público;

- *Local* - da universalidade pela ciência local, focado em problemas locais do que na compreensão em geral;

- *Authoritarian* - do desinteresse pela ciência autoritária: as pesquisas industriais possuem mais autoridade que as individuais;

- *Comissioned* - da originalidade pela ciência comissionada: a pesquisa é comissionada para metas práticas, do que em favor do conhecimento;

- *Expert* - os cientistas são especialistas em resolver problemas, do que em favor de sua criatividade pessoal.

Outra crítica com relação à ciência institucionalizada parte de Boaventura de Sousa Santos (2009), semelhante à visão de Ziman. Santos (1989, 2009) descreve a crise do paradigma dominante e identifica os principais traços do que chama paradigma emergente. “[...] Há alguma razão de peso para substituímos o conhecimento vulgar que temos na natureza e da vida e que partilhamos com os homens e mulheres da nossa sociedade pelo conhecimento científico produzido por poucos e inacessível à maioria?” (SANTOS, 2009, p.16).

A industrialização da ciência pode ser percebida tanto nas aplicações da ciência, nas bombas nucleares de Hiroshima e Nagasaki, como na organização científica. A estratificação

da comunidade científica, “as relações de poder entre cientistas tornaram-se mais autoritárias e desiguais e a esmagadora maioria dos cientistas foi submetida a um processo de proletarização no interior dos laboratórios e dos centros de investigação”. Fato que contribui para o fosso existente entre países centrais e periféricos, referente ao desenvolvimento científico e tecnológico. O paradigma emergente é de caráter especulativo e justificado pelas seguintes proposições (SANTOS, 2009, p.58):

1 - O conhecimento científico-natural é científico-social. Deixa de ter sentido a dicotomia entre ciências naturais e sociais. São introduzidos conceitos de história, processo, liberdade e consciência. Teorias ditas convencionais são superadas, assim como as distinções de natureza dualista como natureza e cultura, natural e artificial, vivo e inanimado, objetivo e subjetivo, coletivo e individual, animal e humano. As ciências sociais possuem duas vertentes. Na primeira é vista sob o ponto de vista de sua criação, no século XIX, segundo modelos de racionalidade das ciências naturais clássicas; numa vertente positivista pode-se então ser considerada como ilusória. E a segunda, numa vocação antipositivista, numa tradição filosófica complexa, interacionista, fenomenológica, existencialista e pragmática. Trata-se de um modelo de transição, com uma marca pós-moderna do paradigma emergente (SANTOS, 2009).

2 - Todo conhecimento científico é local e total. O conhecimento disciplinar segrega uma organização do saber orientada pelas fronteiras entre as disciplinas. No paradigma emergente o conhecimento é total, sendo adotados por grupos sociais locais, sejam para reconstituir a história de um lugar ou erradicar uma nova doença. Incentiva conceitos e teorias desenvolvidos localmente e para poderem ser utilizados fora de seu contexto de origem. É um conhecimento sobre as condições de possibilidade, a partir da ação humana, projetada num espaço e tempo local. O conhecimento avança na medida em que seu objeto se amplia, não é disciplinar, mas temático. Não se segue um estilo unidimensional, há uma configuração múltipla construída a partir de critérios e da imaginação pessoal do cientista. O trabalho científico é conduzido à personalização, como a aproximação à crítica literária, parábolas como investigações etnográficas e estudos epistemológicos sob a forma de textos políticos (SANTOS, 2009).

3 - Todo conhecimento é autoconhecimento. O conhecimento do homem é visto como objetivo, factual e rigoroso e não leva em conta as interferências dos valores humanos ou religiosos. O conhecimento conduzido sob uma matriz materialista traz um conhecimento idealista e desordenado e separa o homem da natureza, em vez de nos unir a ela. A ciência cria, e não somente descobre. Pressupostos, sistemas, crenças e juízos de valor não estão nem

antes nem depois da explicação científica da natureza ou da sociedade, são integrantes da mesma explicação (SANTOS, 2009).

4 - Todo conhecimento científico visa constituir-se em senso comum. A ciência moderna produz conhecimentos e desconhecimentos. Faz do cientista um ignorante especializado e do cidadão um ignorante generalizado. A forma de conhecimento mais importante é a do senso comum, o conhecimento vulgar e prático. A ciência moderna considera o senso comum superficial, ilusório e falso. Já a ciência pós-moderna procura reabilitá-lo por reconhecer nele virtudes que enriquecem nossa relação com o mundo. É transparente e evidente; prático e pragmático. Não resulta de uma prática especificamente orientada para produzir, reproduz espontaneamente no suceder da vida. Aceita o que existe como real, não ensina, persuade (SANTOS, 2009).

Santos (1989, 2009) traz uma nova função do conhecimento científico: uma prática de saber entre outras, mas não necessariamente a melhor. A ciência é concebida como normas e valores as quais não correspondem à realidade do processo de produção científica, num contexto de industrialização da ciência. O objetivo é transformar a ciência distante e incomensurável num objeto familiar e próximo, que seja capaz de comunicar seus limites e objetivos.

A crise do paradigma dominante propicia uma reflexão sobre o conhecimento científico, atribuía aos próprios cientistas que visam problematizar a sua prática. E a análise das condições sociais, dos contextos culturais, modelos organizacionais da investigação científica, antes separada no campo da sociologia da ciência está hoje presente numa reflexão epistemológica da ciência (SANTOS, 2009).

Aderida à perspectiva dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia, a nova Sociologia da Ciência tem se distanciado de tudo o que vinha sendo feito, até então, pela Sociologia da Ciência. Mattedi (2006) a diferencia em três abordagens, ou escolas, predominantes. Na “Escola de Edimburgo” estavam reunidos Barry Barnes, David Bloor, Donald MacKenzie e Steven Shapin na *Science Studies Unit*, grupo que deu origem ao Programa Forte, para o qual o conhecimento científico é um fenômeno natural cujo sujeito é a sociedade, suscetível de análises empíricas. Destaque para obra *Knowledge and Social Imager*, de David Bloor (1971).

Desenvolvida no *Science Studies Centre*, por Harry Collins, Trevor Pinch e David Travis, a “Escola de Bath” é conhecida pelos estudos de controvérsias que permitem observar as influências dos fatores extracientíficos nos processos de elaboração de teorias científicas. Collins formulou o *Empirical Program of Relativism* (EPOR). Posteriormente Trevor Pinch e

Wiebe Bijker criaram o *Social Construction of Technology* (SCOT), na segunda metade da década de 80 do século XX. Para este grupo, as técnicas resultam de construções e interpretações sociais, com o conhecido modelo de desenvolvimento da bicicleta no final do século XIX (SHINN; RAGOUET, 2008; MATTEDI, 2006).

Os estudos de Michel Callon e Bruno Latour no *Centre de Sociologie de L'innovation* da *École Normale de Mines*, de Paris, deram origem à “Escola de Paris”, também com John Law e Michel Lynch. Com uma abordagem etnográfica dos estudos de laboratório, as obras de referência são: *Laboratory life: the social construction of scientific facts* (1979) de Latour e Woolgar e *The Manufacture of Knowledge* (1981) de Knorr-Cetina. A autora propõe a criação da arena transepistêmica, uma combinação de pessoas e argumentos que fogem da classificação “científico e não-científico” (HOCHMAN, 1994, p. 226).

No trabalho de Callon rompem-se as polarizações entre natureza e sociedade, contexto de descoberta e contexto da justificação, interno e externo, contexto e conteúdo (MACHADO, 2006). Callon e Latour desenvolveram a *Actor-Network Theory* (ANT), teoria que envolve vários atores numa questão, sejam eles pesquisadores ou leigos (SHINN; RAGOUET, 2008, p.80).

CAPÍTULO 2 - CIÊNCIA E EDUCAÇÃO CTS

2.1 Educação científica e suas diversas concepções

A educação não está alheia às correntes de ativismo social e de pesquisa acadêmica. Nos anos 1970 surgem propostas com uma visão crítica e contextualizada do ensino das ciências e tópicos de ciência e tecnologia no ensino médio e superior (LÓPEZ CERREZO, 2002).

A diminuição no interesse em física e a insistência de uma minoria de educadores de apresentar a ciência de uma forma humanística, ao invés do ensino elitista, impulsionaram mudanças (AIKENHEAD, 2005). Esse movimento iniciou-se após o lançamento do satélite Sputnik I pela então União Soviética, em 1957. Uma “convulsão social, política e educativa”, principalmente nos Estados Unidos, onde iniciaram programas de educação científico-tecnológica (LÓPEZ CERREZO, 2002; ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2002).

A necessidade de inovação da educação científica já era um consenso entre 1970 e 1980, estimulada por fatores como: a) valorização da cultura ocidental e o papel da ciência escolar em sua transformação; b) necessidade de formação política para a ação; c) um convite à apresentação de abordagens interdisciplinares; e d) um novo tipo de demanda de preparação vocacional e tecnocrática (AIKENHEAD, 2003). Aikenhead (2003) lista autores e obras, os quais considera emblemáticas na construção de uma nova concepção no ensino de ciências, entre eles:

- Jim Gallagher - publicou artigo, em 1971, no jornal *Science Education*. Considerado “profético”, ao ensinar conceitos científicos baseados na sociologia da ciência e na relevância da tecnologia;
- Paul Hurd - artigo *Science, technology, and society: new goals for interdisciplinary science teaching*, de 1975, o qual delineia uma estrutura de currículo para ciência, sob um viés CTS;
- John Ziman - obra *Teaching and Learning about Science and Society*, de 1980, contém metas CTS para ciência escolar;
- Harms y Yager - *Project Synthesis*, nos EUA, que reuniu a educação científica em cinco domínios, um deles intitulado: A Interação da Ciência, Tecnologia e Sociedade (C/T/S);
- Derek Holford - artigo *Training Teachers for ‘Science-Technology-Society’ Roles*, em 1982, no qual utilizou a abreviação CTS, talvez por influência de Ziman;

- Bill Hall - artigo de 1982, no IOSTE, com a abreviatura “C/T/S”, sobre as metas dos programas CTS nas escolas, deixando clara sua influência do trabalho de Ziman e Hurd;
- Arie Rip - artigo de 1979, sobre programas de educação no ensino médio *The Social Context of ‘Science, Technology and Society’ Courses*;
- Spiegel-Rosing y Price - livro *Science, Technology and Society: a cross - perspective*, de 1977, o qual popularizou o slogan CTS no ensino médio.

A temática sobre o ensino de ciências e sua relação com a sociedade recorre a termos⁸ como alfabetização científica e tecnológica, letramento científico, divulgação científica, disseminação científica, compreensão pública da ciência, cultura científica e tecnológica e Educação CTS. O campo está sedimentado em países como Estados Unidos, Canadá e os da Europa, como Reino Unido e Espanha, por meio de instituições como UNESCO (sigla para Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura); OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura); AAAS (American Association for the Advancement of Science); NSTA (National Science Teachers Association); Projeto Scope (Sequence and Coordination da International Assessment of Education Progress); SATIS (Science And Technology In Society) e SISCON (Science In a Social Context) (ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2003).

De acordo com Santos (2007), a preocupação com a educação científica é defendida não só por educadores em ciências, mas por cientistas sociais, comunicadores e profissionais que trabalham com a divulgação da ciência. Trata-se de uma temática abrangente, com diversas terminologias, o que dificulta um consenso. “Isso pode ser explicado pelo fato da educação científica ser um conceito amplo que depende do contexto histórico no qual ela é proposta” DeBoer⁹ (2000) e Laugksch¹⁰ (2000) citados por Santos (2007, p. 475).

O termo alfabetização científica, ou *science literacy*, foi empregado pela primeira vez nos anos 1950 por Paul Hurd (1958), no artigo *Science literacy: its meaning to American schools*. O autor defende a ideia de que todas as pessoas necessitam ter um conhecimento científico mínimo a respeito da ciência e do uso da tecnologia. De acordo com Miller (1983), é necessário que haja a alfabetização científica nas sociedades modernas, já que os indivíduos,

⁸A sigla CTS e seu aparato teórico mudam conforme o país, descrita por Aikenhead (2005, p.1-2) como: “science-technology-citizenship”, “nature-technology-society”, “science for public understanding”, “citizen science”, “functional scientific literacy”, “public awareness of science”, “science-technology-society-environment”, “cross-cultural school science”. Estas denominações estão relacionadas com a “science for all” e “scientific literacy,” para aumentar a participação e democratizar a “science scholl”.

⁹DeBOER, G. E. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.

¹⁰LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

ao adquirirem as habilidades e conhecimentos técnicos e científicos passarão a se comportar mais efetivamente como cidadãos e consumidores. O conceito de alfabetização científica é definido pelo autor como: conhecimento de termos e conceitos científicos essenciais; compreensão sobre as normas e métodos da ciência e entendimento do impacto da tecnologia e da ciência sobre a sociedade.

O termo *literacy* é traduzido para o português como alfabetização, mas também é conhecido como letramento (palavra originada de literacia de Portugal e do *illettrisme* da França). Entretanto há uma diferenciação dos dois termos, considerados indissociáveis por Soares (2004, p.14), sendo a primeira a “aquisição do sistema convencional de escrita” e o segundo como o “desenvolvimento de habilidades de uso desse sistema em atividades de leitura e escrita, nas práticas sociais que envolvem a língua escrita” . “Em outras palavras, o que se busca não é uma alfabetização em termos de propiciar somente a leitura de informações científicas e tecnológicas, mas a interpretação do seu papel social” (SANTOS, 2007, p.487). A expressão letramento científico e tecnológico é usada por Santos (2006), como uma capacidade do cidadão de fazer julgamentos críticos e políticos.

2.2 Educação CTS

O ensino de ciências segue uma trajetória em que são levados em consideração os aspectos sociais do desenvolvimento científico. A aplicação do enfoque CTS na educação desfaz a imagem de “cientista-indivíduo” movido apenas pela curiosidade e vincula o contexto de que na ciência existam necessidades, pressões e julgamentos (RÊGO; RÊGO; SOUZA, 2008). Este enfoque inclui alguns objetivos, entre eles questionar as formas herdadas de estudar e atuar na natureza; questionar a distinção entre conhecimento teórico e prático; combater a segmentação do conhecimento; e promover a autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p.74).

São apresentadas visões críticas da ciência, na busca de “desfazer o mito do cientificismo que ideologicamente ajudou a consolidar a submissão da ciência aos interesses de mercado, à busca do lucro” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.6).

As habilidades sugeridas para um ensino de ciências (biologia, química e física) são a capacidade de desenvolver pensamento lógico e racional para solução de problemas, o aprendizado colaborativo e cooperativo, a autoestima, a comunicação escrita e oral, a tomada de decisão, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o

interesse para atuar em questões sociais Hofstein, Aikenhead e Riquarts¹¹ (1988) citado por Santos e Mortimer (2002, p. 5).

Na medida em que a educação se interessa por aspectos éticos, culturais e políticos de cada situação, abarca para além das ciências naturais, os estudos sociais, a geografia, a filosofia, a religião, a história... Prende-se com a denúncia de metas e valores que se ligam à ideologia do positivismo iluminista, ao pragmatismo comercial e ao consumismo (SANTOS, 2005, p. 151)

Em Portugal, alguns autores como Santos (2005) possuem um referencial próximo a Boaventura de Souza Santos, com um debate acerca da cidadania. Santos destaca algumas controvérsias sobre o tema: (1) valorização excessiva da autonomia individual, da igualdade civil e da “cidadania consumista”, em que o cidadão é visto como mero consumidor de bens públicos, serviços e direitos para interesse próprio; (2) valorização da “identidade legitimadora” e do prolongamento da dinâmica estatal pela sociedade civil; (3) desvalorização dos direitos sociais, do interesse comum e das estruturas que o suportam; (4) identificação de direitos civis a direitos de mercado e tratamento dado ao conhecimento. A relação cidadania e conhecimento é negligenciada, os saberes não científicos são desacreditados e predomina a lógica da monocultura. A autora propõe construir uma “ciência para as pessoas”, a ciência cidadã, a qual implicaria em fertilizar o saber científico com outros saberes, derrubar os obstáculos epistemológicos que impedem a construção de um novo objeto do saber e a sua necessária interação com o sujeito e estabelecer as bases epistemológicas adequadas para pensar articulações CTS (SANTOS, 2005, p. 140)

Propõe-se refundamentar o saber sobre o mundo, não expulsando a razoabilidade e fazendo ressaltar a importância da contextualidade. Configura mudanças na compreensão do mundo e no modo de exercer e exercitar a cidadania. Opõe-se ao cientismo e à tecnocracia. Situa-se no cruzamento de campos de internalidades e de externalidades da cultura científica. Põe em relevo formas de legitimação de saberes, de valores e de direitos. Rejeita visões que têm a pretensão de conhecer todos os problemas do nosso tempo. Radica numa perspectiva não essencialista. Combate o totalitarismo e a unidade do conhecimento. Abre-se à incerteza, ao risco, ao campo da acção, à diversidade e à diferença. Tende a conviver com o dissenso e com a comunicação dialógica. Põe em relevo processos de construção de novas subjectividades através do encontro com o outro. Processos que valorizam, como estratégia epistemológica, o diálogo de saberes propício à construção de novas identidades e de novas realidades

¹¹HOFSTEIN, A; AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p.357-366.

conducentes à emergência de decisores mais esclarecidos e de cidadãos mais conscientes e mais responsáveis (SANTOS, 2005, p. 150).

O enfoque CTS possui uma trajetória no ensino de ciências que data de 1970. Sua principal atuação são as mudanças curriculares, ocorridas em países como EUA, Reino Unido, Canadá e Espanha.

O primeiro curso CTS ocorreu no Reino Unido, o SISCON (Science In a Social Context), iniciado em 1970, para promover o ensino CTS em universidades e cursos técnicos. O material produzido fazia a ligação da ciência com a economia e o desenvolvimento dos países, estudos de filosofia e sociologia da ciência e as relações da ciência com a guerra. No mesmo país, na década de 80, foi criado o SATIS (Science, Technology in Society) (veja no Quadro 1 suas proposições iniciais). Hoje, o programa possui a nomenclatura SATIS Revisited¹², com um site no qual contém material para aulas e desenvolvimento de temas (SALOMON, 1993).

A ciência no CTS	A tecnologia no CTS	A tomada de decisões na CTS
O que são teorias científicas? De onde vêm as teorias científicas? Como elas mudam? A dependência da sociedade nas teorias científicas Ciência e anti-ciência Como os cientistas constroem o conhecimento científico	O que significa tecnologia? Inspiração, invenção e ciência Tecnologia na indústria Tecnologia e economia Diferenças culturais na tecnologia	Percepções de risco Controles e regulamentações O processo governamental Ações coletivas em tomadas de decisões Entendimento e decisões pessoais

QUADRO 1: Proposições da SATIS.
Fonte: SALOMON, 1993,

Nos EUA, durante a década de 60, a *National Science Foundation* procurou melhorar a qualidade do ensino de ciências para aumentar o número de cientistas. “Education must transmit more scientific knowledge so that more of the new generation will want to become scientists” (SALOMON, 1993, p.18). Historicamente, os EUA realizaram mudanças em sua educação em geral, desenvolvendo o conhecimento, atitudes e valores conduzindo ao “good citizenship”, uma das maiores justificativas para os estudos CTS.

Outro curso CTS ocorreu no Canadá em 1971. Glen Aikenhead produziu uma série de materiais intitulada *Science – a way of Knowing*, que considera os aspectos sociais e filosóficos da ciência no ensino médio.

¹²Fonte: <http://www.satisrevisited.co.uk/m7.asp>

Salomon (1993, p.52) apresenta as motivações para um ensino CTS: aumentar o conhecimento científico dos cidadãos; ajudar os estudantes a se saírem melhor em tomadas de decisões (decision-mareks) e instigar o interesse nas interações entre ciência, tecnologia e sociedade, as seguintes áreas de interesse: de um programa de estudos CTS confere as seguintes proposições:

- desenvolvimento global, envolvendo a qualidade de vida
- aspectos econômicos e industriais da tecnologia
- o entendimento da natureza falível do conhecimento científico
- valores pessoais e preocupações coletivas sobre o uso da tecnologia, apropriados a uma ação democrática
- dimensões multiculturais da tecnologia (SALOMOM, 1993, p. 19)

A implementação do ensino CTS em Portugal defende a educação em ciência com um aspecto mais humanista, global e menos fragmentada, e pode mostrar como: (1) a ciência pode estar a serviço do conhecimento e o conhecimento à serviço do progresso da humanidade na melhoria da sua qualidade de vida, em especial de grupos mais desfavorecidos; (2) a ciência pode ser um veículo para a paz e o desenvolvimento; na promoção da solidariedade intelectual da humanidade, fundamental para a diminuição das desigualdades, o respeito pela diferença e a adoção de medidas em prol do desarmamento; (3) o conhecimento científico está na sociedade e tem um papel social na redução da pobreza e em práticas de desenvolvimento sustentável das gerações futuras¹³ (MARTINS, 2002). O atual currículo nacional para o Ensino Básico preconiza um ensino das Ciências com matriz CTS ao assumir, que a interação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente “deverá constituir uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos” (MAGALHÃES; TENREIRO-VIEIRA, 2006, p.86).

Na Espanha, o Ministério de Educação e Cultura introduziu a CTS como disciplina optativa na graduação e obrigatória no ensino secundário como complemento transversal, contando cinco blocos temáticos: perspectiva histórica sobre ciência, tecnologia e sociedade; sistema tecnológico; repercussões sociais do desenvolvimento científico e tecnológico; controle social da atividade científica e tecnológica; e desenvolvimento científico-tecnológico: reflexões filosóficas (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). López Cerezo (2002) apresenta três modalidades de CTS na educação (Quadro 2):

¹³Estes princípios foram enunciados durante a Conferência Mundial sobre a Ciência, em 1999.

CTS COMO COMPLEMENTO CURRICULAR
Complementa o currículo tradicional com uma matéria CTS pura, optativa ou obrigatória, com a introdução de problemas sociais, ambientais, éticos e culturais, por meio de manuais. O objetivo é transmitir uma consciência crítica e informada sobre ciência e tecnologia, ao mostrar limites ecológicos de desenvolvimento. Contém os temas: a imagem pública da ciência e a bomba atômica, entre outros.
CTS COMO COMPLEMENTO DE MATÉRIAS
Adotada pelo ensino médio espanhol, através da inclusão de conteúdos CTS em disciplinas de ciências, como um eixo transversal. São unidades curtas de CTS, como acompanhamentos ao manual do professor, contendo temas como: uso da radioatividade e Aids.
CIÊNCIA E TECNOLOGIA ATRAVÉS DE CTS
Modalidade para os professores de ciência, sob uma ótica CTS. Elege-se um problema importante da vida do estudante, e o conhecimento científico-tecnológico é estruturado para que ele possa tomar uma decisão ou entender um problema social relacionado à C&T. Temas como: pontes; trânsito e segurança.

QUADRO 2: Modalidades de CTS na educação.

Fonte: LÓPEZ CERREZO, 2002.

A Educação CTS traz inovações no currículo escolar, centradas na formação de atitudes, valores e normas de comportamento a respeito da intervenção da ciência e da tecnologia na sociedade (e vice-versa). O Quadro 3 apresenta conteúdos ou dimensões abordadas em curso e projetos CTS (ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2002):

Natureza da ciência e da tecnologia:
Epistemologia relações entre ciência e tecnologia Riscos, motivações e interesses dos cientistas Questões filosóficas, históricas e sociais internas às comunidades científica e tecnológica
Questões sociais da ciência e da tecnologia:
Influência da sociedade na ciência e na tecnologia: efeitos do ambiente cultural, político e religioso, controle social (grupos em instituições políticas) Influência da ciência e da tecnologia na sociedade: conhecimento necessário para tomar decisões, responsabilidade social, ética e valores morais, contribuições ao pensamento social Presença da mulher na ciência e na tecnologia
Processos e produtos tecnológicos:
Aplicações da ciência Artefatos tecnológicos Processos de projetos e produção tecnológica

QUADRO 3: Dimensões abordadas em cursos CTS.

Fonte: ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2002.

López Cerezo (2002, p. 20) propõe uma reflexão sobre a metodologia da Educação CTS. Não se trata apenas de realizar uma renovação crítica do ensino, restringindo a mudança somente aos conteúdos é repensar o papel do professor e sua metodologia de ensino.

O significado prático desses objetivos, no âmbito educativo, envolve então o abandono do papel do professor como metaespecialista, ou como mediador autorizado e privilegiado do conhecimento especializado, por um lado e o estímulo da participação crítica e criativa dos estudantes na organização e desenvolvimento da docência por outro. (...) A atitude crítica e participativa deveria ser reflexiva e alcançar a própria metodologia docente e as técnicas didáticas. É um desafio em aberto que requer apoio institucional e no qual, sem dúvida, os docentes tem muito a dizer.

2.2.1 Educação CTS no Brasil

No Brasil, Zauith, Ogata e Hayashi (2010) fizeram uma pesquisa com objetivo de identificar trabalhos com relação a autores, orientadores, programas de pós-graduação, temáticas abordadas e o referencial teórico adotado relacionado à Educação CTS. Foi feita uma busca no Banco de Teses da CAPES, em três etapas. Foram encontrados 23 trabalhos a partir da busca pelos termos (expressão exata): “Educação CTS”, “Ensino CTS” e “Abordagem CTS”. Com o texto completo dos trabalhos, buscados na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (IBICT/MCT) e no portal Domínio Público, 16 trabalhos compuseram o universo da pesquisa. Na última fase foram analisados dados da produção científica.

A pesquisa sobre “Educação CTS” é realizada majoritariamente no nível de mestrado, sendo a USFC a instituição com o maior número de trabalhos (5). Seguida da UnB com 2, e UFSCar, Unicamp, UFRGS, USP, UFRPE, UECE, CEFET/RJ, CEFET/PR, PUCCamp com 1 trabalho cada. Das 16 instituições, 9 localizam-se nas regiões sudeste e Sul do país: UFSC, UFRGS, UFSCar, Unicamp, UFRGS, USP, CEFET/RJ, CEFET/PR, PUCCamp, e duas, UECE e UnB, nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. Os orientadores que orientaram mais de um trabalho foram Irlan von Linsingen (UFSC) e Erika Zimmermann (UnB) (ZAUITH; OGATA; HAYASHI, 2010).

As palavras-chaves mais abordadas atribuídas pelos autores foram no total de 48: Abordagem CTS, Perspectiva CTS, Interações CTS; CTS – ênfases curriculares (15), seguida de Ensino de Ciências (5); Ensino de Física (4); Concepções de professores, prática pedagógica, formação de professores (3); Letramento científico, Tecnologia social, Livro didático, Material didático (6); e Tecnologia – currículos; sequência didática; respiração celular; Reciclagem; Questionário VOSTS; perspectiva freireana; matemática; inovação tecnológica; ensino de Química; eletrônica; educação tecnológica; Educação em ciências; Divulgação científica; ciência e tecnologia; atividades investigativas com (15) (ZAUITH; OGATA; HAYASHI, 2010).

A análise das citações nos 16 trabalhos permitiu identificar o núcleo teórico de referência CTS de cada um, como mostra o Quadro 4:

Autor/Ano	Total de citações	Período abrangido pelas citações	Autores com mais de 1 citação
Silveira (2007)	74	1969, 1971, 1974, 1979, 1981-1982, 1985, 1987, 1989-1992, 1994-2004	Auler & Delizoicov; Bazzo; Cutcliffe & Mitcham; Echeverria; López&Cerezo; Mitcham; Pinheiro; Sanmartín; Santos; Silveira; UNESCO; Waks
Miranda (2008)	70	1958, 1976-1980, 1984, 1986-1994, 1996-2007	Aikenhead; Auler; Delizoicov; Bell; Lederman; Canavaro; Feenberg; Gil-Pérez; Praia; Cachapuz; Santos; Vázquez; Manassero; Acevedo; Vilches; Ziman
Strieder (2008)	55	1962, 1975, 1980, 1988-1990, 1992-1996, 1998, 2000-2006	Aikenhead; Auler; Bazzo; Muenchen; Santos; Solbes & Vilches; Solomon;
Silva (2005)	41	1969, 1979, 1985, 1987-1990, 1993-1998, 2000-2002	Aikenhead; Auler; Bazzo; Cerezo; Santos & Mortimer; Solomon; Ziman
Fonseca (2008)	32	1979, 1985-1986, 1988, 1990-1992, 1994-1998, 2001-2003, 2005-2006	Acevedo; Auler; Delizoicov; Driver; Gil Pérez; López; Solomon
Lima (2008)	30	1964, 1982, 1990, 1992-1993, 1996-1997, 1999-2005	Acevedo; Bazzo; Santos; Waks; von Linsingen
Firme (2007)	28	1980, 1993-2006	Acevedo; Bazzo; Gil-Pérez; Martins; Santos; Motimer
Pinto (2008)	23	1980, 1997, 2001-2007	Auler; Freitas; von Linsingen; Martins; Santos; Teixeira; Bazzo
Fraga (2007)	22	1985, 1996-2002, 2004-2005	von Linsingen; Bazzo; Gordillo; Dagnino; Auler; Delizoicov;
Speka (2004)	20	1987, 1996-2004	Auler; Bazzo; Souza Cruz; Gordillo; Santos
Montenegro (2008)	14	1985, 1995, 1997, 2000, 2002-2003, 2005-2007	Santos
Nascimento (2007)	10	1995, 1998, 2001-2003, 2005	Cachapuz; Santos
Goulart (2008)	10	1993, 2000, 2002, 2004-2005	Auler; Cruz & Zylbersztajn
Duarte (2006)	8	1995-1996, 1998, 2000-2001, 2003	Santos
Penha (2006)	6	1993, 1995, 2001-2003	Mortimer
Gonçalves (2008)	5	2002, 2004, 2005, 2006, 2008	von Linsingen
TOTAL	448	1958, 1962, 1964, 1969, 1974-1980, 1985-2008	43

QUADRO 4: Núcleo teórico de referência CTS.

Fonte: ZAUIH; OGATA; HAYASHI, 2010.

Dentre as citações reunidas de cada trabalho, Zauith; Ogata e Hayashi (2010) destacaram dois grupos de referências teórico-metodológicas, cujas obras abrangem um período de 50 anos, publicadas entre 1958 a 2008. O núcleo de referência CTS é composto por Paul Hurd, Rachel Carson, C. P. Snow; John Ziman, Joan Solomon; Fleming & Ryan;

Glen S. Aikenhead; Carl Mitcham. E o núcleo de pesquisadores iberoamericanos do campo da Educação CTS, na Espanha e em Portugal, por Acevedo-Díaz, Amparo Vilches, Daniel Gil-Pérez, López Cerezo, Mariano Martín Gordillo, Maria Antonia Manassero-Mas, Vázquez-Alonso, Javier Echeverría, João Praia, António Cachapuz, José Luis Lujan Lopes, entre outros. No Brasil, por Décio Auler, Walter Antonio Bazzo, Demétrio Delizoicov, Irlan Von Linsingen, Wildson L. P. dos Santos, Arden Zylbersztajn, entre outros.

Pode-se afirmar que parte dos pesquisadores que iniciaram os estudos sob a nomenclatura CTS do Brasil seja das *hard sciences*, e questiona suas formas de ensino. As citações confirmam a permanência de Walter Bazzo e Irlan von Linsingen, (UFSC) ambos engenheiros de formação, os quais trabalham com a discussão sobre a formação dos engenheiros, por meio do NEPET (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica), criado em 1997, “com objetivo de proporcionar uma formação humanística básica a estudantes de engenharia e ciências naturais” (VON LINSINGEN, 2003, p.9).

Wildson Santos, da UNB, licenciado em química, trata a abordagem do conteúdo químico feita por meio de temas sociais. Com o Projeto Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS-UNB), e a produção de materiais didáticos como “Química e Sociedade”, “Química, Energia e Ambiente” e “Educação em Química: compromisso com a cidadania” (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Demétrio Delizoicov (UFSC) e Delcio Auler (UFSM), ambos licenciados em física, desenvolvem temáticas curriculares no ensino de física, constatando que “[...] o acúmulo de anomalias, de fracassos generalizados no ensino de Física, para a maioria dos estudantes, talvez sejam indicativos de um paradigma esgotado” (AULER, 2003, p.13).

O mesmo ocorre com Erika Zimmermann, da UnB, também licenciada em física, e afirma que “as imagens que os professores têm da natureza da ciência, do ensino-aprendizagem de ciências, assim como as suas opiniões sobre como ocorre a aprendizagem científica, têm um certo impacto no modo como eles ensinam ciências” (ZIMMERMANN; EVANGELISTA, 2007, p.264).

Entretanto, a discussão da Educação CTS no Brasil possui vertentes favoráveis e críticas. Silva e Gastal (2008) afirmam que a ciência retratada nas escolas muitas vezes é separada da sociedade, da cultura e do cotidiano. Os livros didáticos enfatizam os resultados científicos aceitos atualmente, mas deixam de abordar várias perguntas importantes, como: quais as relações entre os desenvolvimentos científicos com os contextos históricos, filosóficos e religiosos de cada época? Como os cientistas trabalham? Como as teorias e conceitos aceitos hoje em dia se desenvolveram? Quais as razões para aceitarmos as ideias

propostas originalmente pelos cientistas, e como se transformaram até chegarem às aceitas hoje? Estes questionamentos podem ajudar estudantes e professores reverem sua visão sobre o desenvolvimento científico, de maneira que este seja pensado como uma produção humana inserida em um contexto histórico e cultural mais amplo.

Silva e Gastal (2008, p.36) apresentam os principais aspectos para um estudo adequado de episódios da história das ciências que contribua para educação científica. Mostrar as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade; compreender o processo social de construção do conhecimento científico, mostrando a natureza, o método e as limitações da ciência, contribui para a desmistificação do conhecimento científico, sem negar seu valor e questionar o processo de desenvolvimento de teorias e conceitos, até chegar às concepções atuais, com enfoque nas dificuldades encontradas nos cientistas do passado.

O enfoque CTS no currículo escolar é objeto de estudo de Brito (2005). O autor pesquisou sobre a disciplina biologia aplicada e sua produção no contexto das reformas curriculares nacionais do ensino médio com enfoque nos temas CTS. A disciplina permeou temáticas como questões ambientais, biotecnológicas, relações ecológicas e de saúde, sob aspectos locais, regionais e globais do cotidiano dos alunos; pesquisas em diversas fontes de informação; abordagens amplas dos conceitos trabalhados; e metodologias que consideram opiniões, posicionamentos e tomadas de decisões dos alunos.

Miranda (2008) analisou as concepções de professores na área de ciências naturais sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Os resultados mostram que os professores possuem algumas concepções incompatíveis sobre as interações CTS, como: a Tecnologia é uma aplicação da Ciência; Ciência é um conjunto de informações, observações e experimentações, uma técnica para a resolução de problemas práticos.

Santos e Mortimer (2002) apresentam questionamentos sobre o enfoque CTS. Os currículos de CTS articulam-se com temas científicos ou tecnológicos, potencialmente problemáticos do ponto de vista social. Um tema social relativo à ciência e tecnologia deveria ter sua origem na problematização e em diferentes possibilidades associadas a conjuntos de crenças e valores. Os autores afirmam que nas discussões dos temas seria importante que fosse evidenciado o poder de influência que os alunos possam ter como cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos relacionados à ciência e à tecnologia. Dessa maneira, os alunos poderiam ser estimulados a participar democraticamente da sociedade por meio da expressão de suas opiniões.

Os trabalhos curriculares em CTS surgiram decorrentes a necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, fato que não ocorria no ensino convencional de ciências. O

cenário de tais currículos foi desenvolvido em países industrializados, na Europa, nos Estados Unidos, no Canadá e na Austrália, cujas necessidades estavam ligadas a uma educação científica e tecnológica (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.4). A crítica feita é a adoção de modelos curriculares de outros países muitas vezes sem a devida contextualização e sem considerar as necessidades locais.

Problemas relacionados às desigualdades sociais extremas, por exemplo, não existem nos países em que esses currículos foram desenvolvidos. Discutir modelos de currículos de CTS significa, portanto, discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação sócio-econômica e os aspectos culturais do nosso país (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.17).

Para elaboração de assuntos relacionados ao contexto brasileiro, Santos e Mortimer (2002, p. 11) apresentam sugestões de temas a serem abordados sob uma ótica CTS, sendo vários deles encontrados nos currículos de Geografia. Entretanto, seu componente científico e tecnológico pode ser explorado também na área de Ciências e suas Tecnologias, de preferência de forma interdisciplinar.

(1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social. Questões atuais como a exploração mineral por empresas multinacionais, a privatização da Companhia Vale do Rio Doce, as propostas de privatização da Petrobrás, etc. são alguns exemplos de possibilidades nesse tema; (2) ocupação humana e poluição ambiental, na qual seriam discutidos os problemas de ocupação desordenada nos grandes centros urbanos, o saneamento básico, a poluição da atmosfera e dos rios, a saúde pública, a diversidade regional que provoca o êxodo de populações, a questão agrária; (3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente, o que envolveria reflexões sobre hábitos de consumo na sociedade tecnológica; (4) controle de qualidade dos produtos químicos comercializados, envolvendo os direitos do consumidor, os riscos para a saúde, as estratégias de marketing usadas pelas empresas; (5) a questão da produção de alimentos e a fome que afeta parte significativa da população brasileira, a questão dos alimentos transgênicos; (6) o desenvolvimento da agroindústria e a questão da distribuição de terra no meio rural, custos sociais e ambientais da monocultura; (7) o processo de desenvolvimento industrial brasileiro, a dependência tecnológica num mundo globalizado; nesse tema poderia ser discutida, por exemplo, a exportação de silício bruto ou industrializado; (8) as fontes energéticas no Brasil, seus efeitos ambientais e seus aspectos políticos; (9) a preservação ambiental, as políticas de meio ambiente, o desmatamento.

Na última década ocorreram diversas mudanças na base curricular do ensino nacional, entre elas a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), entre 1997 e 1999,

designados inicialmente às primeiras séries do ensino fundamental, partindo de princípios definidos na LDB (Lei de Diretrizes e Bases), do Ministério da Educação. O objetivo é que as práticas educativas sejam adequadas às necessidades sociais, políticas, econômicas e culturais da realidade brasileira, considerando interesses e motivações dos alunos; e a formação que garanta a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos.

Posteriormente, em 2000, foram criados os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Dentre suas propostas destacam-se: a capacidade de abstração; o desenvolvimento da compreensão parcial dos fenômenos; criatividade, curiosidade e capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema; capacidade de trabalhar em equipe; disposição para aceitar críticas; da disposição para o risco e do desenvolvimento do pensamento crítico; do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. Estas competências devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo, condições para o exercício da cidadania num contexto democrático (BRASIL, 2000, p.12).

Os parâmetros consideram a crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais ao estabelecer um ciclo de mudanças, provocando rupturas rápidas. “Primeiramente, o fator econômico se apresenta e se define pela ruptura tecnológica característica da chamada terceira revolução técnico-industrial, na qual os avanços da microeletrônica têm um papel preponderante e, a partir década de 80, acentuam-se no País” (BRASIL, 2000, p.6). Estão presentes os avanços na biogenética, inovações tecnológicas e a busca de maior precisão produtiva e de qualidade homogênea o que têm concorrido para acentuar o desemprego. Esses temas estão presentes em dois enfoques do PCNEM: contextualização e interdisciplinaridade.

A contextualização faz parte de uma tendência atual em todos os níveis de ensino analisando a realidade segmentada, sem desenvolver a compreensão dos múltiplos conhecimentos que se interpenetram e conformam determinados fenômenos. Essa visão contribui com o enfoque meramente disciplinar que, na nova proposta de reforma curricular, pretende-se superar pela proposta interdisciplinar e pela contextualização dos conhecimentos. “Em termos gerais, a contextualização no ensino de ciências abarca competências e inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo” (BRASIL, 2006, p.121).

No entanto, o ensino de ciências, na maioria de nossas escolas, vem sendo trabalhado de forma descontextualizada e dogmática. O que dificulta uma visão entre o que estudam em

ciência e o seu cotidiano. O estudo de ciências se resume a memorização de nomenclaturas, classificações de fenômenos e resolução de problemas por meio de algoritmos. Ao ensinar “nomes científicos de agentes infecciosos e processos de desenvolvimento das doenças, mas não se reflete sobre as condições sociais que determinam a existência de muitos desses agentes em determinadas comunidades” (SANTOS, 2007, p.4).

Sepka (2004, p.24) exemplifica a utilização de conjunto de competências relativas à contextualização sociocultural, com a abordagem da ciência e da tecnologia na história, na cultura contemporânea, na atualidade e na ética e cidadania.

A interdisciplinaridade deve ser compreendida a partir de uma abordagem relacional. Por meio da prática escolar são estabelecidas interconexões entre os conhecimentos por meio de relações de complementaridade, convergência ou divergência. Na área das Ciências da Natureza e Matemática incluem-se os conhecimentos da Física, da Química, da Biologia. O agrupamento das Ciências da Natureza contribui para a compreensão do significado da ciência e da tecnologia na vida humana e social, diante de questões políticas e sociais para as quais o entendimento das Ciências da Natureza é relevante (BRASIL, 2002).

Os objetivos da LDB e do PCNEM encontram-se em sintonia com os pressupostos CTS, relacionados por Miranda (2004, p.24). Ambos compartilham da visão de mundo e reconhecem as transformações sociais ocasionadas por novos conhecimentos científicos e tecnológicos, sejam estas transformadas em aparatos tecnológicos, em sistemas organizativos, ou influenciando decisões políticas ou pessoais. O recente enfoque CTS no cenário educacional brasileiro, “vem desenvolvendo trabalhos no sentido de corrigir estas deficiências, configurando-se como uma oportuna e promissora proposta de ensino de ciências que pode ser adaptada a nossa realidade e necessidades”. Sepka (2004) faz algumas considerações sobre o encontro das duas vertentes no ensino, que primeiramente opõem-se a visão essencialista e triunfalista da ciência e da tecnologia. Defendem a necessidade de uma contextualização social e histórica com valores morais e éticos. Defendem uma ciência para todos e a necessidade de um ensino de ciências voltado para a cidadania, com um enfoque fundamentado na capacitação para tomada de decisões de caráter pessoal ou coletivo.

As propostas do CTS e dos PCN são consoantes com um ensino inter e transdisciplinar, em que o estudante é parte integrante e responsável pela sua aprendizagem. Consideram que: a) a escola é um local capaz de reunir teoria e prática; b) comungam com a necessidade de mudanças paradigmáticas, conseqüente reestruturação curricular e efetivação de novas propostas educacionais; c) consideram as perspectivas profissionais, sociais e

pessoais dos alunos; e d) compreendem a dimensão social da ciência e aspectos biológicos, físicos, químicos e da tecnologia e suas consequências sociais e ambientais (SEPKA, 2004).

As abordagens dos PCN em conjunto com as premissas da Educação CTS trazem orientações teóricas, que podem ter dificuldades ao serem implementadas em sala de aula. Costa (2005, p.7) identificou as dificuldades dos professores com relação aos objetivos de ensino propostos nos respectivos PCN. Os aspectos positivos são relatados como “levar a criança a fazer uma identificação e a estabelecer relações do conhecimento que está sendo adquirido com a realidade”. Ou que as “Ciências Naturais estão mais próximas à realidade dos alunos, o que é um aspecto positivo, pois facilita a aprendizagem”. Já os aspectos negativos gerais são dificultados pela: a) falta de material; b) falta de conhecimentos da professora; c) incertezas quanto à aprendizagem obtida. Os professores salientam a carência de material didático e a necessidade de melhores condições de acesso aos materiais necessários para as aulas. Também foi colocado “a falta de tempo para a discussão e troca de experiências a respeito dos objetivos gerais dos PCN com seus pares. Cursos e trocas de experiências favorecem a obtenção desses objetivos” (COSTA, 2005).

Costa (2005, p. 105), conclui que talvez “[...] os professores não conheçam ou não entendam as demandas dos PCN e que, por isso, não estejam familiarizadas com esses objetivos”. Tais capacidades devem ser desenvolvidas mediante práticas reflexivas as quais depõem “contra o modelo instrumental”, ao abandonarem ênfases técnicas e objetivas.

Porém, “o impacto efetivo dos projetos de reforma curricular tem sido bastante modesto e limitado” (FONSECA, 2008, p.64). Os projetos são interrompidos por problemas de “sustentação política” ou de financiamento. A partir de meados dos anos 90, podemos verificar modificações nos livros didáticos de ciências após os PCN. Segundo Fonseca (2008), a maioria das mudanças nos livros didáticos de ciências é pontual. “Há introdução de caixas de texto com “contextualizações” e “informações complementares”, além da melhoria do projeto gráfico e da qualidade das imagens”. Há também uma limpeza de erros conceituais até então muito comuns nos livros de ciências.

Propostas mais próximas de orientações curriculares como os PCN, baseadas na contextualização histórica e cultural, nos processos e práticas da ciência, no modelo CTS e na exploração de objetos tecnológicos do cotidiano, só surgem a partir da segunda metade dos anos 90 [...]. Elas vêm buscando incorporar as novas tendências do ensino de ciências, dando especial atenção à história da ciência e à ênfase CTS.

Nascimento (2007, p.16), trata da formação dos professores de ciências e a relação dos conceitos CTS em sua prática pedagógica. “Precisa ser pensada num contexto mais amplo, incluindo não só a dimensão técnica, mas também os condicionantes políticos, sociais e epistemológicos, de forma que articule a teoria com a prática profissional”.

A partir do depoimento de professores, Nascimento (2007, p.142) afirma que “a reflexão sobre os conteúdos trabalhados envolvendo a CTS é incipiente, visto que os alunos não conseguem falar sobre esses elementos, como estão postos na sociedade e nem mesmo conceituá-los”. Dentre suas conclusões o autor articula outras falas: (1) a prática pedagógica dos professores é caracterizada como um ensino de ciências tradicionalista, com aulas expositivas sem reflexão, com repetição de conteúdos e aplicação de exercícios com recursos tradicionais (livro didático, quadro e giz); (2) confundem a Educação CTS com os recursos de novas tecnologias da informação e comunicação; (3) os professores não colocam em prática a proposta de ensino com CTS por não conhecê-la; (4) não há relação entre os conceitos CTS e a prática cotidiana dos educandos, que são trabalhados de forma fragmentada; (5) a criação e resolução de situações problemas na sala de aula é pouco percebida, sendo restritas a resolução de problemas dos livros didáticos.

Em 2008, a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo colocou em prática uma nova Proposta Curricular¹⁴ para o Ensino Médio. Essa nova proposta curricular também apresenta relações com os conceitos da Educação CTS, ao mostrar as diversas faces da ciência e em especial a interação da tecnologia com a sociedade (BRASIL, 2008a).

No currículo do Ensino Médio, estima-se que aluno deva demonstrar ao final da educação básica um domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna. O objetivo é que o jovem compreenda e se posicione diante de questões gerais de sentido científico e tecnológico e empreenda ações diante de problemas pessoais ou sociais para os quais o domínio das ciências seja essencial (BRASIL, 2008a).

A tecnologia comparece no currículo com duas proposições complementares. Na educação tecnológica básica, a alfabetização científica vai além do domínio de computadores, visa entender as tecnologias da história humana como parte das práticas sociais, culturais e produtivas, inseparáveis dos conhecimentos científicos, artísticos e linguísticos que as fundamentam. Devido à divulgação de conhecimentos científicos e tecnológicos há uma

¹⁴Os materiais distribuídos às escolas, parte da Proposta curricular inclui 12 cadernos, um por disciplina, 4 Cadernos do Gestor e o Caderno do Professor 63 organizados por bimestre e por disciplina, com orientações e sugestões de métodos e estratégias de trabalho nas aulas, experimentações, projetos coletivos, atividades extraclasse e estudos interdisciplinares. Os alunos recebem o Caderno do Aluno, contendo exercícios e textos complementares. Além de material de apoio as escolas, como CDs e DVDs (BRASIL, 2008a).

demanda por uma alfabetização nesse aspecto que pode servir para “entender argumentos a favor e contra a produção de grãos transgênicos demanda-se um domínio conceitual científico básico, mesmo em se tratando de informações usuais presentes em jornais diários, equipamentos domésticos e embalagens de alimentos” (BRASIL, 2008a, p. 35).

Como compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos da produção, a interface do conhecimento das ciências da natureza com a das ciências humanas, é exemplificada em períodos históricos pautados por conhecimentos técnicos e científicos presentes nas atividades econômicas, nas trocas comerciais, disputas internacionais e domínios territoriais, os quais dependem do desenvolvimento das forças produtivas, associadas aos conhecimentos científicos (BRASIL, 2008a, p.37).

A visão além dos benefícios da ciência também é citada como “base conceitual para intervenções práticas que podem ser destrutivas – como na tecnologia bélica –, mas também promovem valores humanos ao fornecerem critérios para a percepção crítica e para a interpretação da realidade” (BRASIL, 2008a, p.34).

A educação de base que se conclui no Ensino Médio deve promover conhecimento científico e tecnológico para ser apreendido e dominado pelos cidadãos como recurso seu, não “dos outros” sejam cientistas ou engenheiros, e utilizado como recurso de expressão, instrumento de julgamento, tomada de posição ou resolução de problemas em contextos reais.

Apesar de algumas visões críticas apresentadas, observa-se que o currículo utilizado no Brasil, por meio das diretrizes educacionais (temática apresentada abaixo), está em consonância com os estudos CTS. Porém, na prática, a realidade das escolas públicas revela outros fatores que devem ser levados em consideração. Krasilshik (1987) sinaliza que para construção de um currículo de ciências, além da atualização de temas e enfoques sociais é preciso haver cursos para capacitação e atualização dos professores e principalmente sua participação na mudança curricular. Esta situação levanta a questão da própria formação dos professores, como também do nível adequado de regionalização do conteúdo escolar (SANTOS; MORTIMER, 2002).

2.2.2 Aspectos do ensino de ciências no Brasil

No Brasil, Krasilchik (1987, 2005) afirma que o aperfeiçoamento do ensino de ciências iniciou-se na década de 60 do século XX e vem se modificando até hoje - embora a autora considere que grande parte das propostas continuou no plano teórico, não conseguindo ultrapassar o ensino “livresco, memorístico, estimulando a passividade”.

Krasilchik (1987) traça um panorama sobre a evolução do ensino de ciências no Brasil de 1950 a 1980, relacionando-o ao contexto histórico, político e social (Quadro 5). Fonseca (2008), em sua dissertação de mestrado “A Ênfase Curricular CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade - nos livros didáticos de Ciências no Brasil”, abrange esta temática e complementa tópicos abordados por Krasilchik (1987).

<i>Situação Mundial Tendências no Ensino</i>	1950 Guerra fria	1970 Guerra tecnológica	1990-2000 Globalização
Objetivo do ensino	Formar elite Programas rígidos	Formar cidadão-trabalhador Propostas Curriculares Estaduais	Formar cidadão-trabalhador-estudante Parâmetros Curriculares Federais
Concepção de ciência	Atividade neutra	Evolução histórica Pensamento lógico-crítico	Atividade com implicações sociais
Instituições promotoras de reforma	Projetos curriculares Associações profissionais	Centros de ciências, Universidades	Universidades e associações profissionais
Modalidades didáticas recomendadas	Aulas práticas	Projetos e discussões	Jogos: exercícios no computador

QUADRO 5 - Evolução da situação mundial, segundo tendências no ensino 1950-2000.
Fonte: KRASILCHIK, 2000, p.86.

Nas décadas de 50 e 60, o ensino de ciências refletiu a situação do mundo ocidental após a II Guerra Mundial. Instituições elaboraram grandes projetos curriculares. No Brasil, no início dos anos 50, criou-se o Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura (IBECC), que tinha como objetivo melhorar o ensino de ciências, transmitir informações, conceitos e fenômenos, descrevendo espécimes e objetos, ou seja, os produtos da Ciência (KRASILCHIK, 1987). A relação da Ciência com o contexto econômico, social e político não era discutida, nem mesmo aspectos tecnológicos e as aplicações práticas (FONSECA, 2008, p.41).

Entre 1960 e 1970 como resultado das transformações políticas no período da Guerra Fria, no Brasil, a influência no ensino de ciências passa a ser principalmente dos Estados Unidos, de onde surgiram várias iniciativas. Ocorreram mudanças curriculares com a

substituição de métodos expositivos pelos métodos ativos e de aulas práticas como o uso do laboratório. O objetivo era vivenciar o método científico, pensar logicamente e racionalmente. Destaque para criação dos Centros de Ciências, conveniados com universidades para produção de materiais atualizados e complementares. Criação da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), em dezembro de 1961, que alterava o currículo de ciências, enfatizando uma postura de investigação (KRASILCHIK, 1987).

Nas décadas de 70 e 80, os problemas ambientais estavam no foco das discussões sobre o desenvolvimento científico. No projeto de Ciência Integrada, disseminado pela UNESCO, o ensino de ciências deveria ser estruturado para uma formação comum e que poderia posteriormente ter a especialidade em Física, Química, Biologia ou Matemática. A idéia central do movimento era tornar possível o enfoque unificado dos problemas de natureza científica, permitir a compreensão do papel e da função da ciência na vida diária dos estudantes, organizarem estudos de ciências em torno de temas e tópicos dotados de caráter unificador e evitar a duplicação de conteúdos presentes nas programações escolares (KRASILCHIK, 1987). Surgem as preocupações com as interações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas repercussões no ensino de ciências. Novos conceitos como paradigma, ciência normal e revoluções científicas que deslocaram as discussões para referenciais diferentes daqueles focalizados pelos empiristas lógicos, foram praticamente ignoradas na década de 70 (FONSECA, 2008, p. 54).

Entre 1980 e 1985 crescia o debate sobre a preocupação do ensino de ciências, nos Estados Unidos, Inglaterra e outros países europeus, voltado para a formação do cidadão, com o *slogan* “ciências para todos”. O ensino de ciências incorpora uma visão de ciência como atividade humana historicamente determinada, articulada entre o senso comum e o conhecimento científico. Leva-se em conta o conhecimento prévio e estruturas cognitivas do aluno. As discussões parecem convergir para considerar as interações entre os aspectos “ciência”, “tecnologia” e “sociedade” no ensino das disciplinas científicas. As mudanças curriculares em municípios e estados brasileiros entre os anos 80 e início dos anos 90 absorveram essas influências e as incorporaram com objetivo de contribuir para a formação da cidadania, no momento histórico do país, de transformações políticas e busca pela justiça social (FONSECA, 2008, p. 57).

Na década de 90, predominava no contexto mundial a competição tecnológica, em especial no campo das tecnologias da comunicação e informação. A transição política passa para uma democracia com competição de mercado. A necessidade de mão de obra qualificada e o “ensino de qualidade” passam a ser prioridade nas políticas governamentais. No Brasil

formam-se parcerias entre as Secretarias de Educação e as universidades para a elaboração de novos currículos e cursos de capacitação de professores em serviço. Duas linhas de investigações influenciam o ensino de ciências, referenciadas por Paulo Freire: a interdisciplinaridade (o ensino de ciências e as outras disciplinas) e o trabalho com aspectos do cotidiano e da realidade de onde está localizada a escola. “As tendências para o ensino de ciências da década de 90 são marcadas pela importância atribuída à História e Filosofia da Ciência, a ênfase CTS dada à urgência da alfabetização científica para aproximação entre a ciência e o cidadão comum” (FONSECA, 2008, p. 63).

2.3 PAULO FREIRE E O ENFOQUE CTS

A educação para cidadania de Paulo Freire (1921-1997), cujo enfoque se complementa com os preceitos da Educação CTS, na medida em que traz uma “perspectiva política no ensino de ciências” (SANTOS, 2008, p.119), têm crescido na literatura de produções acadêmicas, de acordo com Fernandes e Marques (2009).

Freire é um referencial quando se trata da educação como prática da liberdade, em lugar da opressão, contextualizada na década de 1970, com enfoque na alfabetização de adultos em contextos não-formais. Em meio aos milhares de analfabetos no país, especialmente nas zonas rurais e vilas distantes, o objetivo foi trazer juntamente com a leitura e a escrita, a cidadania e a democratização da cultura. As apostilas utilizadas para alfabetização traziam uma linguagem fria e distante de suas realidades. “Simplesmente, não podemos chegar aos operários urbanos ou camponeses, estes, de modo geral, imersos num contexto colonial [...] e entregar-lhes ‘conhecimento’ ou impor-lhes um modelo de bom homem contido no programa cujo conteúdo nós mesmos organizamos” (FREIRE, 1983, p.99).

A construção do pensamento dos alunos é pautada na participação e elaboração de questões que fazem sentido a sua vida e a sua comunidade: o conhecimento local, regional e cultural. Na pedagogia de Paulo Freire buscam-se as palavras geradoras¹⁵, temas que fazem sentido para aquela população. Um “pensamento linguagem” que contenha sua visão de mundo, cujo método consiste na:

- obtenção e levantamento do universo vocabular dos grupos com quem se trabalha.
- escolha das palavras, selecionadas do universo vocabular pesquisado, sob os critérios de riqueza fonêmica, dificuldades fonéticas e teor pragmático, o qual implica um maior engajamento numa realidade social, cultural e política.
- criação de situações existenciais típicas do grupo com quem se vai trabalhar.
- elaboração das fichas-roteiro que auxiliem os coordenadores de debates.
- elaboração das fichas com a decomposição das famílias fonêmicas correspondentes aos vocábulos geradores (FREIRE, 1979).

¹⁵Exemplos de palavras geradoras: favela, chuva, terreno, comida, batuque, poço, bicicleta, trabalho, salário, profissão, governo, mangue, engenho, enxada, tijolo, riqueza (FREIRE, 1979, p.145).

Freire (1983) propõe um modelo que ultrapassa a “educação bancária”, de modo que aluno tenha uma posição ativa em sua aprendizagem e não seja um mero receptor de conteúdo. “[...] A única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los” (FREIRE, 1983, p.33).

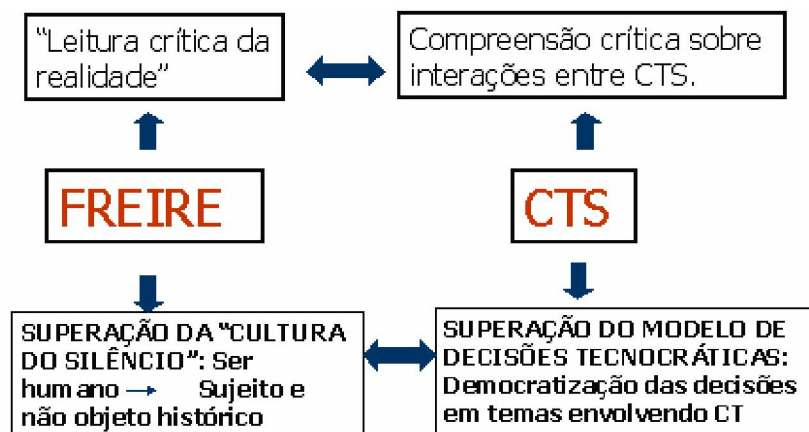
Santos (2008, p.116) considera que a educação em ciências da maioria das escolas se pautava na memorização de termos e sistemas “como sendo uma educação bancária na concepção freireana”.

Essa educação neutra, não problematizadora, carrega consigo valores dominantes da tecnologia que têm submetido os interesses humanos àqueles puramente de mercado. Essa educação acaba sendo opressora, na medida em que reproduz um valor de ciência como um bem em si mesmo a ser consumido e aceito sem questionamentos.

Para compreender suas concepções é fundamental conhecer os conceitos de problematização e a dialogicidade. De acordo com Freire (1983), a dialogicidade na educação é um propósito da educação problematizadora, as quais levam a perceber duas dimensões, a ação e a reflexão, que leva ao conceito de práxis¹⁶. “No processo dialógico, os sujeitos encontram-se em cooperação para transformar o mundo. Seria a práxis dialógica que permitiria o desvelamento, pelos oprimidos, da sua situação de opressão” (SANTOS, 2008, p. 115). O diálogo assume a concepção de um ‘pensar crítico’. “Sem ele não há comunicação, e sem esta não há verdadeira educação”. Já a problematização é um processo de confronto do educando com situações de sua vida diária, “desestabilizando seu conhecimento anterior e criando uma lacuna que o faz sentir falta daquilo que ele não sabe” (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009, p.6).

Alguns autores trabalham com semelhanças entre o método Paulo Freire e as premissas da Educação CTS (Quadro 6). Na educação bancária, Freire critica que os conteúdos abordados em sala de aula estão distantes da realidade dos educandos, selecionados exclusivamente pelo professor de cada disciplina. O enfoque CTS como o método de investigação temática “rompe com o tradicionalismo curricular do ensino de ciências uma vez que a seleção de conteúdos se dá a partir da identificação de temas que contemplem situações cotidianas dos educandos” (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006, p.9).

¹⁶O conceito de práxis pode ser entendido como uma ação verdadeira, a transformação do mundo.



QUADRO 6: Relações entre CTS e Paulo Freire.
 Fonte: AULER; DELIZOICOV, 2006.

A proposta de Freire requer a participação de uma equipe interdisciplinar. Para haver interdisciplinaridade na educação científica e tecnológica é preciso apresentar um contraponto às visões oficiais presentes nos sistemas de ensino e constituir uma fonte de visões alternativas, o que deveria estar presente na formação continuada dos professores. As propostas de Freire e das abordagens CTS requerem um novo tipo de profissional da educação, que componha com a concepção dialógica. Salienta-se que na educação freiriana o professor torna-se um catalisador do processo educativo, deixando de ter uma acepção de autoridade frente aos alunos (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006, p.9).

Santos (2008, p. 111) traz a perspectiva educacional de Paulo Freire como uma visão humanística ao ensino de ciências, indo além das visões reducionistas do movimento CTS. “A perspectiva freireana traz a educação política que busca a transformação do modelo racional de ciência e tecnologia excludente para um modelo voltado para justiça e igualdade social”. Ao pensar numa proposta CTS na perspectiva freireana, deve-se olhar para o processo de globalização, o que desencadearia um processo de opressão. Santos (2008) expõe uma proposta CTS freireana na discussão de aspectos da exclusão tecnológica.

Santos (2008), Auler, Dalmolin e Fenalti (2009) bem como Fernandes e Marques (2009) compreendem que o enfoque CTS e a perspectiva freireana de educação podem divergir em alguns aspectos. Na perspectiva de Freire o tema surge com uma efetiva participação da comunidade escolar; nos encaminhamentos dados pelo enfoque CTS, essa dinâmica está ausente, definida pelo professor. “Nos trabalhos pautados por pressupostos freireanos, os temas são constituídos de manifestações locais de contradições maiores presentes na dinâmica social. Os temas do enfoque CTS são de abrangência mais geral, não vinculados a contextos específicos” [...] (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009, p.79).

Enquanto Freire (1970) se concentra em uma visão humanística para as condições existenciais; CTS, na sua visão clássica, está centrado nas questões ambientais e no desenvolvimento de habilidades para a argumentação e a participação. O foco do trabalho de Freire está no HOMEM. Para ele, os temas geradores devem ter origem na sua situação presente, existencial, concreta dos educandos, refletindo suas aspirações [...] (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009, p.120).

A inclusão de questões do cotidiano “pode não implicar a discussão de aspectos relevantes para a formação do aluno enquanto cidadão ou não motivar suficientemente os alunos para se interessar por ciências” (SANTOS, 2008, p.5). Numa posição crítica, Santos (2008) apresenta uma nova denominação, chamada de aspectos sociocientíficos (ASC) - *socioscientific issues* (SSI). Os ASC são referidos por Zeidler et al (2005, p.110), como uma evolução e reconstrução do modelo CTS. Na visão desses autores os propósitos de CTS “são muito genéricos e não apresentam uma consistência metodológica para serem alcançados”.

Santos (2008, p.124) relata um estudo de casos de professores, os quais introduziram ASC nas aulas de Química. Constatou-se que “apesar de professores não selecionarem a temática geradora a partir da vivência dos alunos, a abordagem dela pôde tomar uma perspectiva freireana”. Ampliar a abordagem CTS para uma perspectiva humanística freireana significa resgatar a agenda política do movimento CTS.

Pode-se dizer que é a natureza das questões de ASC que vai caracterizar a perspectiva freireana da visão de CTS. Elas se tornam ampliadas, na medida em que envolvem o contexto de opressão, de exploração, de desigualdade que caracteriza o mundo científico e tecnológico globalizado atual (SANTOS, 2008, p.125).

2.3.1 Educação para participação pública?

Os modelos de comunicação pública da ciência são estudados e unidos de acordo com os ideais de participação. São considerados modelos unilaterais, o déficit cognitivo e o modelo contextual e os de vertente democrática, a expertise leiga e o democrático. Há algumas décadas, o tradicional déficit cognitivo cedeu lugar a modelos em que o público possui voz ativa. No modelo democrático, consolidado em países como Reino Unido, a

população participa de referendos, debates e reuniões de consenso para decidirem políticas públicas sobre ciência e tecnologia.

O modelo de déficit cognitivo surgiu na década de 1960, com pesquisas quantitativas (large-scale surveys). Essas pesquisas buscavam dimensionar o conhecimento do público e suas atitudes referentes à ciência. Nesta visão o público é considerado ignorante e os cientistas detentores do conhecimento (LEWENSTEIN, 2003). A primeira pesquisa no Brasil foi realizada pelo Instituto Gallup, intitulada “O que o Brasileiro pensa sobre Ciência e Tecnologia” (INSTITUTO GALLUP, 1987). Após quase 30 anos, surgiram novas pesquisas como “Percepção pública da ciência: uma revisão metodológica e resultados para São Paulo” (VOGT, 2005) e a do Ministério da Ciência e Tecnologia “Percepção Pública da Ciência e Tecnologia” (BRASIL, 2007).

A crítica ao modelo de déficit aponta que as pessoas aprendem mais quando os fatos e teorias têm relação com suas vidas. No modelo contextual, as pessoas não são consideradas tábuas vazias de informação e processam informações de acordo com esquemas sociais e psicológicos, delineados por experiências prévias, o contexto cultural e as circunstâncias pessoais. Um exemplo são as comunicações em saúde e a comunicação de risco (LEWENSTEIN, 2003; BAUER; ALLUM; MILLER, 2007).

Próximo a ele está o modelo de expertise leiga, no qual se leva em consideração as experiências das comunidades, como o conhecimento herdado dos agricultores. Entretanto, os cientistas estão frequentemente com a certeza - e arrogância - sobre o seu nível de conhecimento e não consideram o conhecimento dos leigos. O conhecimento dos *experts* parece não ter tanto apelo em tomadas de decisões técnicas em domínio público, chamado pela “terceira onda dos estudos sociais da ciência”. Um exemplo clássico é o caso da contaminação dos campos de *Cumbrian*, após a bomba de Chernobil. O conhecimento dos produtores rurais foi questionado pelos cientistas, e sua sabedoria e experiência no campo, ignorada (COLLINS; EVANS, 2002).

No modelo democrático busca-se promover a participação pública em diversas esferas. São promovidas atividades para aumentar a participação do público e sua confiança na política científica, como júris populares, debates e conferências de consenso. O objetivo é transferir o poder de decisão da elite científica para o público, momento em que os não-especialistas (non experts) contribuem nas tomadas de decisão, formulação de políticas públicas e produção de conhecimento sobre ciência (DURANT, 1999) (Quadro 7).

Método de participação	Natureza dos participantes	Escala de tempo/duração	Características
Referendos	Uma porção significativa da população nacional ou local	Voto por cada ponto em cada vez	O voto é usualmente uma escolha entre duas opções. Todos os participantes possuem as mesmas influências. Os resultados finais são interligados.
Audiências públicas	Cidadãos interessados, limitados em números	Pode durar muitas semanas ou até anos	As apresentações são feitas num fórum aberto, determinado pelos representantes da administração. O público pode dar opiniões mas não tem um impacto nas recomendações finais.
Pesquisas de opinião	Grande parte da população	Evento singular, com duração de alguns minutos	O propósito é proporcionar um testemunho da percepção pública sobre um assunto, geralmente relacionado com inovação tecnológica ou com intervenção ambiental. Entrada garantida por questionários administrados pessoalmente, por telefone, correio ou email.
Gestão negociada	Pequeno número de grupos representativos	Incerto; usualmente duram de dias a meses	Comitê formado pelas partes e representantes interessados. Os participantes têm acesso às informações e tem oportunidade de persuadir outros. O consenso é exigido em questões específicas.
Conferências de Consenso	Geralmente 10-16 membros do público, selecionados por representatividade	Demonstrações preparatórias e leituras para informar os participantes sobre o tópico, e 3 dias de conferências	Debates com questões escolhidas pela parte interessada. Os encontros não são abertos ao público. As conclusões das questões-chaves são divulgadas por relatórios ou em conferências de imprensa.
Júris populares/ Painéis de cidadãos	Geralmente 12-20 membros do público, selecionados por representatividade	Geralmente envolvem encontros que duram alguns dias	Debates com questões escolhidas pela parte interessada, geralmente aplicados a temas científico-tecnológicos e ambientais. Os encontros não são abertos ao público, os quais emitem recomendações. As conclusões das questões-chaves são divulgadas por relatórios ou em conferências de imprensa.

QUADRO 7: Métodos de Participação.

Fonte: ZAUIH e OGATA, 2009. Baseado em BUCCHI; NERESINI, 2008; BAZZO; von LINSINGEN; PEREIRA, 2003.

Além da participação nas esferas legislativa e executiva, limitada a eleição de representantes políticos, o Quadro 8 apresenta atividades participativas do Brasil (AUAD, 2005).

Referendos	Plebiscito
<p>Consulta à opinião pública para a aprovação de normas legais ou constitucionais relacionadas a um interesse público relevante. A consulta é feita após a aprovação do projeto normativo e, como consequência, pode aprová-lo ou rejeitá-lo.</p> <p>2005 – Referendo sobre a proibição da comercialização de armas de fogo e munições, com objetivo de aprovar o Estatuto do Desarmamento</p>	<p>Consulta à opinião pública para decidir questões políticas ou institucionais.</p> <p>1993- Plebiscito sobre o sistema de governo no Brasil: monarquia parlamentar ou república, parlamentarismo ou presidencialismo.</p>
Audiências públicas	Gestão Negociada
<p>As audiências públicas estão previstas na Constituição Federal para o Poder Executivo como para Legislativo</p>	<p>Orçamento Participativo Fóruns Participativos Conselho de Políticas Públicas em saúde</p>
Pesquisas de Opinião	Júris populares
<p>Pesquisas de percepção pública da ciência</p>	<p>No Brasil os júris populares ocorrem em instâncias do poder judiciário</p>

QUADRO 8: Atividades participativas ocorridas no Brasil.

A participação popular tem na Educação CTS um impulso de cidadania como refere Acevedo Díaz, Vázquez e Manassero (2002) e Acevedo Díaz et al. (2005): “El movimiento CTS apoya la educación de las actitudes éticas en relación con la ciencia y la tecnología como una parte esencial de la comprensión de la ciencia y la tecnología y de la preparación de la ciudadanía para la toma de decisiones”. A tomada de decisões é uma importante capacidade que pode ser educada.

A participação na tomada de decisões pode colocar-se nas aulas de ciências para se trabalhar em grupo e tem já uma larga tradição tanto no trabalho experimental ou prático como em outros trabalhos de aula em equipe, especialmente na educação ambiental. [...] Tal e como se vem propagando há muito tempo no movimento CTS para o ensino das ciências que pretende educar para a participação dos cidadãos nos assuntos tecnocientíficos de interesse social.

De acordo com Sabbatini (2004, p.3) “requer-se, portanto, uma melhoria do diálogo entre ambas as partes, através de uma política aberta de informação ao público e do debate sobre os riscos e incertezas das aplicações tecnológicas”. A participação pública nas questões científico-tecnológicas pode desenvolver-se em vários níveis, desde a recepção da informação científica e técnica sobre determinado assunto, até uma participação mais ativa na qual o público compreenda os riscos e benefícios associados às tecnologias. Com a premissa de que a transmissão ou apropriação do conhecimento científico deve ser complementar, dado que o enfoque contextualizador não supõe o abandono da função explicativa: para participar é necessário conhecer.

A partir da década de 90 houve a proliferação de articulações temáticas em torno de fóruns e redes, cuja atuação não se remete diretamente para as relações entre Estado e sociedade, mas que se estabelece entre os atores sociais, com objetivos de fortalecer seu desenvolvimento autônomo e sua capacidade de intervenção política (TEIXEIRA; DAGNINO; SILVA, 2002). Essas articulações reúnem múltiplos sujeitos em ONGs, movimentos sociais, sindicatos, associações de classe, organizações populares, segmentos universitários. Há ainda os conselhos de políticas públicas em saúde, como mostra o Quadro 8 (MARANHÃO; TEIXEIRA, 2006, p. 116).

Numa perspectiva democrática, o objetivo é que a educação favoreça a participação de uma parcela cada vez maior da sociedade nas tomadas de decisão sobre ciência e tecnologia. De acordo com Santos e Mortimer (2001, p.10), essa participação pode ser feita em grupos sociais organizados, como centros comunitários, escolas e sindicatos. “Pode-se mostrar o poder do consumidor em influenciar o mercado, selecionando o que consumir. Além disso, as discussões das questões sociais englobariam os aspectos políticos, os interesses econômicos, os efeitos da mídia no consumo, etc”.

As possibilidades de participação englobam preocupações sociais como riscos de sua utilização, energia nuclear, resíduos tóxicos, fertilizantes químicos, implicações éticas como experimentação com embriões humanos, uso comercial de informação genética, uso de descobertas científicas e inovações tecnológicas como DNA recombinante, e a equitatividade na distribuição de recursos e custos sociais e ambientais (SANTOS; ICHICAWA, 2002, p.264). O público pode ter acesso a essa participação das seguintes formas:

- público vizinho de uma intervenção ambiental como centrais nucleares;
- público envolvido como receptores diretos de serviços como pacientes dos sistemas médicos de saúde;
- consumidores de produtos da ciência e tecnologia envolvidos indiretamente pelo uso de fertilizantes, hormônios e aditivos químicos na alimentação;
- público interessado e sensibilizado sobre problemas tecnológicos; simpatizantes de grupos ecológicos e organizações não-governamentais;
- politização das comunidades científicas e técnicas; protestos contra corrida armamentista, pesquisa nuclear e biomédica

A tomada de decisão é uma habilidade que pode ser desenvolvida com temas próximos a realidade dos alunos.

As pessoas, por exemplo, lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, o seu valor econômico, as questões éticas relacionadas a sua produção e comercialização (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.5).

Para Aikenhead (2003), a participação pública em tomadas de decisão incluem alguns questionamentos, sinalizados por : “Quem decide o que é relevante?” “Relevante para quem?” “Quem decide?”. Essa participação requer algumas habilidades como habilidades e uso de conhecimentos relevantes; consciência e compromisso com valores; a capacidade de transformar atitudes e valores em ação. “Todos esses passos podem ser encorajados se uma perspectiva de tomada de decisão for incorporada ao processo educacional” MCCONNELL¹⁷ (1982) citado por Santos e Mortimer (2001, p.97).

De acordo com os pressupostos de Paulo Freire e da Educação CTS, a educação em ciências pode fornecer subsídios para que se modifique a “cultura do silêncio” e forneça condições de participação pública. Os modelos de comunicação pública da ciência mostram as possibilidades da população participar dessa tarefa.

Consideramos que a educação em ciências com enfoque CTS tenha estreitas relações com os modelos dialógicos de comunicação pública da ciência, ao (1) promover a participação cidadã e a tomada de decisão em assuntos de CT e (2) rejeitar a “deficiência do público” como foco das relações entre ciência e sociedade (FARES; NAVAS; MARANDINO, 2007, p.1).

¹⁷McCONNELL, M. C. (1982). Teaching about science, technology and society at the secondary school level in the United States: an education dilemma for the 1980s. *Studies in Science Education*, n. 9, p.1-32.

CAPÍTULO 3 - REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

3.1 Representações sociais: o conhecimento construído e compartilhado socialmente

Com objetivo de saber como o conhecimento circula e como a ciência é apropriada pela sociedade, o psicólogo social Serge Moscovici iniciou seus estudos sobre as Representações Sociais (RS) em meados na década de 1970, com a obra *La psychanalyse, son image et son public* (1961). O estudo sobre a representação da psicanálise em Paris foi feito com uma ampla coleta de dados em notícias publicadas na imprensa e com uma amostra da população francesa. O objetivo era conhecer como os conceitos gerados na teoria da psicanálise eram utilizados no cotidiano por alguns grupos sociais na França. “A difusão da psicanálise através dos meios de comunicação provocara o uso cotidiano de idéias procedentes dela, mas sem referência a sua fundamentação teórica original” (ARRUDA, 2002; ÁLVARO; GARRIDO, 2006).

À época das reivindicações estudantis do movimento de 1968, Moscovici afirma que a Psicologia Social “não podia fechar-se numa torre de marfim, alheia às questões colocadas pela sociedade” (ARRUDA, 2002, p.129). Em seu testemunho, Moscovici reflete “sobre o impacto da ciência na cultura das pessoas, como ela altera suas mentes e comportamento, por que ela se torna parte de um sistema de crenças”. Nesta época, considerava-se que a difusão do conhecimento científico entre as pessoas, a ciência popular, a vulgarização científica, era uma desvalorização ou deformação do conhecimento científico, “supostamente porque as pessoas são incapazes de assimilá-la, como fazem os cientistas” (MOSCOVICI; MARKOVÁ, 2003, p. 309).

Desse modo, depois da guerra, eu reagi de certo modo a esse ponto de vista e tentei reabilitar o conhecimento comum, que está fundamentado na nossa experiência do dia a dia, na linguagem e nas práticas cotidianas. Mas bem lá no fundo, reagi contra a idéia subjacente que me preocupou a certo momento, isto é, a idéia de que ‘o povo não pensa’, que as pessoas são incapazes de pensar racionalmente, apenas os intelectuais são capazes disso (MOSCOVICI; MARKOVÁ, 2003, p.310).

A pesquisa de Moscovici (1978) não é um trabalho que trata somente da psicanálise, está fundamentada na Psicologia Social e na Sociologia do Conhecimento - formando uma corrente teórica com a questão do conhecimento a partir da Sociologia, Antropologia, Filosofia, História e Comunicação Social. Com base nas representações coletivas de Durkheim, Moscovici enfoca o estudo dos processos cognitivos a partir de uma perspectiva

psicossocial, com atenção nas formas de conhecimento grupal, socialmente compartilhados e recriados no decorrer das conversações do dia a dia. A mudança do termo “coletivo” para “social”, torna-se mais apropriado para as sociedades contemporâneas complexas e dinâmicas.

Surge então, a Teoria das Representações Sociais (TRS), como uma alternativa à psicologia cognitiva tradicional, com críticas ao seu caráter individualista. “Desta maneira, a teoria das representações sociais pretende ser uma recuperação da dimensão social e simbólica do conhecimento como objeto de estudo da psicologia social”. Suas características fundamentais são: formação na interação social, serem sempre representações de algo ou alguém e seu caráter simbólico (ÁLVARO; GARRIDO, 2006, p. 288).

Opiniões e representações possibilitam que indivíduos e grupos se tornem mais familiarizados com objetos e ideias incompatíveis, e assim poder lidar com eles. Nas conversações são elaborados os saberes populares e o senso comum. A comunicação jamais se reduz à transmissão das mensagens de origem ou ao transporte de informações inalteradas. Ela diferencia, traduz, interpreta, e combina assim como os grupos inventam, diferenciam ou interpretam os objetos sociais ou as representações de outros grupos (MOSCOVICI, 1978, 1995).

As representações sociais são entidades quase tangíveis. Elas circulam, cruzam-se e se cristalizam incessantemente através de uma fala, um gesto, um encontro, em nosso universo cotidiano. A maioria das relações sociais estabelecidas, os objetos produzidos ou consumidos, as comunicações, trocadas, delas estão impregnados. Sabemos que as representações sociais correspondem por um lado, ‘a substância simbólica que entra na elaboração e, por outro, à prática que produz a dita substância, tal como a ciência ou os mitos correspondem a uma prática científica e mítica (MOSCOVICI, 1978, p.41).

A representação social funciona como um sistema de interpretação da realidade, um guia que orienta suas ações e relações sociais (ABRIC, 1998, p.28). O estudo das representações sociais investiga como se formam e como funcionam os sistemas de referência que utilizamos para classificar pessoas e grupos e para interpretar os acontecimentos da realidade cotidiana. Por suas relações com a linguagem, com a ideologia, com o imaginário social e, principalmente, por seu papel na orientação de condutas e das práticas sociais, as representações sociais constituem elementos essenciais à análise dos mecanismos que interferem na eficácia do processo educativo (ARRUDA, 2002).

Enquanto que o mito constitui, para o chamado homem primitivo, uma ciência total, uma 'filosofia' única que se reflete numa prática, sua percepção da natureza das relações sociais, para o chamado homem moderno a representação social constitui uma via de apreensão do mundo concreto, circunscritos em seus alicerces em suas conseqüências (MOSCOVICI, 1978, p.44).

As RS recolocam um lugar para o mundo social e seus imperativos, sem perder de vista a capacidade criativa e transformadora dos sujeitos sociais. Isto significa que, “enquanto fenômeno psicossocial, estão necessariamente radicadas no espaço público e nos processos através dos quais o ser humano desenvolve uma identidade, cria símbolos e se abre para diversidade de um mundo de Outros” (JOVCHELOVITCH, 1995, p. 65).

Para produção das representações são considerados três fatores: cultura; comunicação e linguagem; e aspecto socioeconômico, institucional, educacional e ideológico (ARRUDA, 2002). Jodelet (2001) lembra que o estudo das RS deve ser articulado com elementos afetivos, mentais e sociais, integrando a linguagem, a comunicação, as relações sociais e a realidade material, social e ideal (das ideias), sobre a qual elas vão intervir. Segundo a autora, para compreender os componentes e as relações contidas na representação social, é preciso responder as três perguntas fundamentais: Quem sabe, e a partir de onde sabe? O que e como se sabe? Sobre o que se sabe, e com que efeito?

Abric (1998, p.28) apresenta as funções das representações sociais:

- *de saber*: permitem compreender e explicar a realidade, é o saber prático do senso comum. Facilitam e são condições necessárias para a comunicação social. Elas definem o quadro de referência comum que permite a troca social, a transmissão do saber ingênuo;
- *identitárias*: definem a identidade para situar os indivíduos e os grupos no campo social, permitindo a elaboração de uma identidade social e pessoal gratificante, compatível com sistemas de normas e de valores social e historicamente determinados;
- *de orientação*: guiam comportamentos e práticas. A representação produz igualmente um sistema de antecipações e de expectativas, constituindo uma ação sobre a realidade. Define o que é lícito, tolerável ou inaceitável em um dado contexto social;
- *justificatórias*: permitem justificar, a posteriori, a tomada de posição e os comportamentos. Intervêm também na ação, permitindo assim aos atores explicar e justificar suas condutas em uma situação ou em relação aos seus participantes.

As RS devem ser vistas como maneiras específicas de compreender e comunicar o que já sabemos. Elas ocupam uma “posição curiosa” em algum ponto entre conceitos, que têm como objetivo abstrair sentido do mundo e introduzir nele ordem e percepções, que reproduzam o mundo de forma significativa. Podem estar baseadas em fatos científicos, como em crença, sugestões publicitárias, todas dependentes de grupos sociais com os quais a pessoa convive (MOSCOVICI, 2003).

Jodelet (2001, p.17) cita as importâncias das RS na vida cotidiana. “Elas nos guiam no modo de nomear e definir conjuntamente os diferentes aspectos da realidade diária, no modo de interpretar esses aspectos, tomar decisões e, eventualmente, posicionar-se frente a eles de forma defensiva”. A autora utiliza o fenômeno de aparecimento da Aids na década de 1980 para explicar como suas representações suscitaram teorias antes mesmo da pesquisa científica sobre as formas de transmissão da doença provocando um estigma social, até hoje encontrado.

Na formação de uma representação social parte-se de observações e testemunhos os quais se acumulam a propósito de eventos recorrentes: o lançamento de um satélite, o anúncio de uma descoberta médica, um discurso de alguém importante, uma experiência vivida e contada, um livro lido. Porém esses relatos estão distantes, pois é impossível apreender exatamente sua linguagem, reproduzir seu conteúdo. “A passagem do testemunho à observação, do fato relatado a uma hipótese concreta sobre o objeto visado -em suma- a transformação de um conhecimento indireto num conhecimento direto - constitui o único meio de nos apropriarmos do universo exterior” (MOSCOVICI, 1978, p.52).

O conteúdo de uma representação social é formado por dois processos, chamados de objetivação e ancoragem. “Numa palavra, a objetivação transfere a ciência para o domínio do ser e a amarração a delimita ao domínio do fazer [...]”. A objetivação faz com que se torne real um esquema conceitual, é reabsorver um excesso de significações materializando-as, tornando-as familiar. Na ancoragem, a sociedade converte o objeto social num instrumento que ela pode dispor, coloca numa escala de preferências nas relações sociais existentes. Um exemplo de quando se procede por ancoragem, é quando se pretende explicar a difusão da genética por suas razões com a guerra biológica. Transforma a ciência em quadro de referência e a torna um saber útil a todos. “Se a objetivação mostra como os elementos representados de uma ciência se integram a uma realidade social, ancoragem permite compreender o modo como eles contribuem para modelar as relações sociais e como as exprimem” (MOSCOVICI, 1978, p.174).

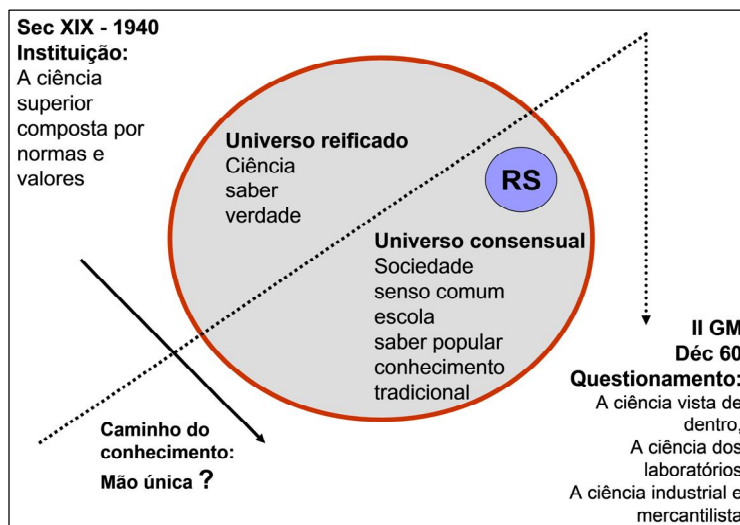
Segundo Moscovici (2003), as representações sociais encontram-se na linha divisória entre o conhecimento científico, pertencente ao universo reificado e o conhecimento do senso

comum, pertencente ao universo consensual. Estes dois universos diferem no sentido que o primeiro tenta estabelecer explicações do mundo, estes parciais e independentes das pessoas, se apoiando em fatos puros, enquanto que o último prospera através da negociação e da aceitação e mútua, e se apoia na memória coletiva, no consenso.

Universo consensual	Universo reificado
Nós Sociedade - grupos de iguais, todos podem falar com a mesma competência. Sociedade de amadores, curiosos, conversação, cumplicidade, impressão de igualdade, de opção a afiliação aos grupos.	Eles Sociedade - sistema de papéis e classes diferentes - o direito à palavra é desigual. Sociedades de especialistas; Propriedade do discurso e comportamento.

QUADRO 9: Universo consensual e reificado.
Fonte: ARRUDA, 2002.

Para Álvaro e Garrido (2006), embora os estudos com representações sociais tenham se expandido a muitos domínios e aspectos da vida social, a transformação do conhecimento científico, do universo reificado, em conhecimento consensual de caráter prático continua sendo um aspecto central do estudo das representações sociais. “Concebeu-se muitas vezes essa difusão dos conhecimentos como uma disseminação de cima para baixo ou como imitação da elite dos que sabem para massa dos que ignoram”. Essas modificações são determinadas pelos meios de comunicação – jornais, rádios, conversações, como pela organização social dos que comunicam – igreja e partido político (MOSCOVICI, 1978, p. 26).



QUADRO 10: A construção do conhecimento.
Legenda- RS: Representações Sociais

Na ocasião da elaboração da TRS, havia o interesse em compreender o impacto da ciência na história e a revolução causada pelos meios de comunicação de massa e como a difusão de saberes científicos e técnicos transformava os modos de pensamento e cria novos conteúdos. A principal questão de Moscovici era: como o conhecimento científico é transformado em conhecimento comum? Essa questão engloba “a fabricação de um conhecimento popular, a apropriação social da ciência por uma sociedade pensante, composta de cientistas amadores e ao estudo das características distintivas do pensamento natural em relação ao pensamento científico” (JODELET, 2001, p. 28).

As RS constituem excelente objeto de estudo para verificar como se converte uma disciplina científica e técnica, quando passa do domínio dos especialistas para o domínio comum – e como o grande público a representa. A passagem do nível da ciência ao das representações sociais implica um salto de um universo ao outro, uma descontinuidade. Há um enfraquecimento do nível da lógica ou da razão. Cada um aprende a sua maneira a manipular os conceitos científicos fora de seu âmbito próprio, impregna-se do conteúdo e do estilo do pensamento que eles representam. A versão especializada e versão popular de uma lei ou noção chegará a um juízo desfavorável sobre a última: uma ciência repartida é uma ciência desacreditada. É entrada de conhecimento físico, biológico, psicológico no laboratório da sociedade (MOSCOVICI, 1978).

A questão da ciência na TRS é inerente a sua criação. É um de seus campos de pesquisa e compõe a topografia da mente moderna, com a Ciência popularizada, Imaginação cultural e Estruturas sociais e Eventos específicos (WAGNER, 1998, p.5). Na chamada “Ciência popularizada”, a ciência desempenha um importante papel como fonte de conhecimento do cotidiano, uma autoridade para legitimar e justificar decisões e posições. “A ciência, nas sociedades modernas, tornou-se rotulada como uma autoridade por definição social, política e moral, isto é, por argumentos não racionais, mais do que pelo discernimento de sua racionalidade inerente” Durant, Evans e Thomas¹⁸ (2002) citado por Wagner (1998, p. 4).

Entretanto, a compreensão da ciência ainda é uma realidade distante e a ideia de métodos científicos, da objetividade e do processo de produção científica permanece como noções estranhas. “A ignorância pública sobre a racionalidade científica resulta numa forma de conhecimento científico vulgarizado, onde conceitos e teorias se tornam desconectados de suas fontes originais, isto é, do processo de produção do conhecimento científico: eles ficam

¹⁸DURANT, J.R.; EVANS, G.A.; THOMAS, G.P. (1989). The Public Understanding of Science. *Nature*, n.340, p.11–14.

ontologizados e objetificados”. Dentre as pesquisas citam-se as representações dos cientistas sobre seu campo de atuação, e as mudanças de representação do paradigma da saúde em diversos públicos (WAGNER, 1998, p.4)

A “Imaginação cultural” Fornece elementos de realidade às coisas que habitam o mundo social. As pesquisas são relacionadas a objetos com longa história estabelecida como mulheres, doença e loucura. E as “Estruturas sociais e Eventos específicos” são representações se ocupam de objetos mais recentes, menos estáveis e compartilhadas por um grupo menor de pessoas, como desigualdade social, xenofobia e movimentos de protesto (WAGNER, 1998, p.6).

Farr (1995) afirma que as representações sociais não são apropriadas para compreender o mundo do cientista, mas sim as concepções leigas da ciência, as quais são fragmentadas.

A ciência é uma das forças que distinguem o mundo moderno do mundo medieval. Ela é, como afirma Moscovici, uma fonte fecunda de novas representações. Moscovici estava modernizando a ciência social, ao substituir representações coletivas por representações sociais, a fim de tornar a ciência social mais adequada ao mundo moderno. Ele não estava indo além da modernidade para a pós-modernidade. Ele pode parecer um profeta pós-moderno, mas isso é apenas porque ele está estudando as representações sociais da ciência, e não a ciência em si mesma. Sua teoria é adequada à investigação empírica das concepções leigas da ciência

A ciência e seu caráter ambíguo tornam-se objeto de estudo da psicologia social, por ser um tema presente na sociedade moderna, por vezes pouco compreendida. Existe uma clara distinção entre a teoria científica e sua representação social correspondente. Representações de ciência são encontradas na mídia assim como nas mentes das pessoas, e precisam ser avaliadas e estudadas em ambas as situações. Os temas encontrados na mídia possuem importância a todos os cidadãos, como campanhas contra disseminação do HIV/Aids e questões sobre ameaças para o ecossistema (FARR, 1993).

Chamon (2006, p.40) nota que o estudo da ciência a partir da psicologia social encontra-se entre duas grandes tendências: os estudos sobre a representação social da ciência pelo público não especialista (a população em geral) e as discussões sociológicas sobre a ciência. Para a autora esse ponto de vista justifica seu estudo sobre as representações sociais da pesquisa pelos pesquisadores, no caso doutorandos. A hipótese principal da autora é que a representação que os pesquisadores têm de sua atividade não é imposta pela própria ciência, mas contém elementos “extracientíficos”, “incluindo representações de senso comum

partilhadas com a população em geral e preexistentes no trabalho de pesquisa”, o que possui uma incidência significativa na maneira como exercem essa atividade. Essa representação é socialmente construída e circula na comunicação, e contribui para a elaboração de uma identidade social e profissional específica.

Bauer (1995, p.236) afirma que “uma representação simbólica de um tema científico expressa a relação entre esses meios e as relações desse meio com respeito à fonte de onde provém esse conhecimento”. É essencial identificar o contexto no qual a RS é formada, seu conteúdo simbólico no espaço e no tempo e relacioná-lo a um contexto intergrupual específico. A pesquisa sobre a difusão do conhecimento técnico-científico em um público mais amplo é de interesse da RS. O autor analisa as implicações da popularização da ciência como um modelo irreal. A idéia de popularização pressupõe uma distinção entre conhecimento científico genuíno, santuário exclusivo dos cientistas, definido pela autoridade científica e sua circulação popular. “Ele fornece um vocabulário para demarcar o que é ciência e o que não é, e orienta a distribuição de prestígio, verbas e status numa única direção (distribuição de recursos)”.

Para Bauer (1995) as pesquisas que mostram coberturas científicas pela mídia são deficientes e distorcidas, devido ao sensacionalismo ou à falta de exatidão.

O esforço é crítico num sentido pragmático; ele refere-se, porém, à autoridade científica e o esforço de comunicação é subserviente àqueles interesses científicos que competem com outros interesses sociais. Os pressupostos sobre a audiência, na maior parte das vezes, seguem o modelo de “despreparo”: a comunidade científica se defronta com um público ignorante, que é alheio à ciência no que concerne a decisões públicas sobre seu próprio futuro.

Em outro estudo, Bauer (1995) pesquisou sobre o conceito popular de atividade científica em países europeus e norte-americanos, a partir da pergunta “o que significa estudar algo cientificamente?”. As respostas incluíram referências a experimentos, instituições, referências a conseqüências e exemplos de ciências físicas e sociais. Especialmente os países latinos (França, Espanha, Itália e Portugal) partilham a noção positivista de ciência como uma contribuição para o progresso da humanidade. Já países como Inglaterra, Estados Unidos e Irlanda identificam-se com o método experimental ou uma instituição em particular.

No Brasil são crescentes as pesquisas em representações sociais de ciência. Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006) investigaram as representações sociais de estudantes do ensino médio sobre Ciência e Tecnologia. Verificou-se que 36,5% dos alunos

podem ser considerados como cientificamente alfabetizados. Os estudantes representam a ciência como explicação para o mundo e estudo da natureza, e a tecnologia é decorrente do avanço das ciências, e por meio da manipulação de objetos, o homem chega a produtos que facilitam o cotidiano.

Jodelet (2001), afirma que as RS são domínios em expansão e tendem a ocupar uma posição central no campo das Ciências Humanas e Sociais. A pesquisa em representações sociais apresenta um caráter fundamental e aplicado com metodologias variadas como experimentação em laboratório, enquetes, questionários e técnicas de associação de palavras, observação participante, análise documental e de discurso. Dentre os temas citam-se o domínio científico, teorias e disciplinas científicas, difusão de conhecimentos, didática das ciências, desenvolvimento tecnológico, entre outros.

Allain (2007), em sua tese de doutorado, estudou “As representações sociais dos transgênicos na relação entre ciência, tecnologia e sociedade: suas implicações para a divulgação científica”. A autora realizou uma pesquisa composta por três estudos: análise documental dos artigos sobre transgênicos publicados em dois jornais brasileiros no período de 2000 a 2005; um mapeamento da estrutura das representações sociais de três grupos diferentes (alunos do ensino médio, consumidores e participantes de um congresso de agroecologia), e um estudo que verificou o impacto de uma exposição científica sobre transgênicos nas representações sociais de alunos do ensino médio.

No segundo estudo, Allain (2007, p. 324) conclui que os resultados encontrados em relação aos alunos confirmam a hipótese de que se trata de uma representação em vias de construção. Mas, de acordo com a descrição dos resultados, a estrutura encontrada para esse grupo foi que os transgênicos são alimentos e remédios artificiais que foram geneticamente modificados pela ciência em laboratórios. No terceiro estudo, após a visita dos alunos à exposição científica, os resultados mostram que ocorreram mudanças na estrutura do discurso desse grupo. “Observa-se que os alunos passaram a dar menos importância aos produtos que haviam citado (principalmente em relação aos remédios) e mais importância ao processo pelo qual estes são obtidos (genética e modificados)” (. Tais elementos fizeram referência ao conteúdo da exposição. “Os alunos passam de um ‘entendimento acadêmico básico e tradicional da ciência’ para um ‘entendimento acadêmico moderno da ciência, mais processual, autocrítico e socialmente condicionado””.

Gurgel e Mariano (2008, p.65) afirmam que representações sociais sobre ciência e tecnologia, particularmente “o controle sócio-político e a objetividade de seus métodos, têm

se constituído, mais recentemente, em objeto de interesse em muitos estudos no campo da educação em ciências, sob o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade/CTS”.

Menestrina e Bazzo (2006) fizeram a ligação CTS e RS ao avaliarem as representações sociais dos docentes de Engenharia quanto ao enfoque CTS e a influência destas na metodologia e na prática pedagógica desses professores.

As representações sociais, portanto, não dizem respeito apenas a um fenômeno imediato, pelo contrário, estão, sobretudo, relacionadas a um contexto histórico social mais amplo. Sendo assim, o (re)conhecimento das representações sociais construídas pelos indivíduos pertencentes a um determinado grupo social deve passar, necessariamente, pelo conhecimento da história de construção desse conceito pela comunidade científica, uma vez que é a partir daí que os mesmos são difundidos e propagados para outras instâncias sociais.

A ciência mostra-se um campo rico de significações para o estudo das representações sociais. A influência da ciência na sociedade, a tenacidade de seu discurso, as relações de poder impostas no meio científico, a distância entre cientista e a sociedade, a não neutralidade da ciência, a existência de pressões externas, políticas e econômicas faz dela um objeto de estudo cada vez mais crescente e necessário.

4 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória de caráter qualitativo. Constitui-se de uma pesquisa social cujo objeto é essencialmente qualitativo, referente às questões particulares, parte das ações humanas, vindas de uma realidade que não pode ser quantificada nem captável em equações. Fazem parte desse universo, elementos circulantes na dinâmica social como significados, crenças, valores e atitudes (MINAYO, 1994).

O objetivo é desvendar a realidade social e compreender significados e especificidades socioculturais dos meios de vida (GROULX, 2008).

Várias pesquisas de tipo qualitativo introduzem a questão do poder no estudo dos problemas sociais, por meio da análise da construção das representações sociais, e dos processos pelos quais determinadas definições conseguem se impor e ser socialmente reconhecidas como legítimas.

Esta pesquisa exploratória compreendeu-se das seguintes fases: escolha do tópico de investigação, delimitação do problema, definição do objeto e dos objetivos, construção do marco teórico conceitual, escolha dos instrumentos de coleta de dados e exploração do campo (MINAYO, 2004).

A presente pesquisa foi realizada em escolas, cujos sujeitos são alunos do terceiro ano do ensino médio. Para coleta de dados utilizou-se a entrevista semiestruturada com questões norteadoras (Apêndice). Foi feito o convite para todos os sujeitos participarem da pesquisa, em que o único critério foi a aceitação em participar, constituindo uma amostra aleatória.

4.1 Levantamento bibliográfico

A trajetória de pesquisa iniciou-se primeiramente com a experiência prática de jornalismo científico e divulgação científica. Aliado ao trabalho com alunos e professores com a temática de ensino de ciências, procedeu-se uma busca por referenciais teóricos da educação científica, cujo primeiro enfoque foi a alfabetização científica, a partir de referenciais norte-americanos, como Paul Hurd, e mais além o letramento científico.

A pesquisa em ciência e educação possui várias terminologias que variam de acordo com o contexto histórico. Após um longo processo de leituras, iniciou-se o desenho metodológico da pesquisa com a escolha do referencial teórico do movimento CTS, o qual se desmembrou na Educação CTS, eixo principal do trabalho.

O levantamento bibliográfico se deu a partir da leitura de livros e artigos científicos nacionais e internacionais, com a busca de palavras-chave: “Educação CTS”, “educação científica” e “educação e ciência” em bases bibliográficas como Scielo¹⁹, Sala de Lecturas CTS+I e Biblioteca Digital ambas da OEI²⁰.

Na Educação CTS realizou-se um estudo sobre ensino de ciências e mudanças curriculares, como as ocorridas na Espanha, que foram relacionadas às diretrizes curriculares nacionais. Os referenciais utilizados da Educação CTS no Brasil abrangem pesquisadores da UFSC, UnB e USP, encontrados em bases bibliográficas, bibliotecas de teses e dissertações. A pesquisa em ensino de ciências abre para o ensino de química, física e biologia, possuindo pesquisas empíricas da relação do ensino com a realidade e interesse dos alunos.

Outra temática pesquisada da Educação CTS foi a participação pública, cujo enfoque levou a literatura de Paulo Freire em obras clássicas como *Educação como Prática da Liberdade* e *Pedagogia do Oprimido*. Os conceitos de Freire foram essenciais para compreender qual é o eixo norteador da educação quando se pensa num país de desigualdades sociais, como o Brasil.

O estudo em representações sociais foi iniciado com as principais obras de Serge Moscovici e aprofundadas com a disciplina “Identidade e Representações Sociais: aportes teóricos e metodológicos para a compreensão das dimensões sociais e intersubjetivas na ciência e tecnologia” do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (UFSCar), o que possibilitou compreender a dimensão das representações sociais em produções científicas recentes. O estudo da relação entre representações sociais e a ciência foi baseado nos seguintes autores: Farr (1995), Bauer (1995) e Wagner (1998). Já a pesquisa de representações sociais de ciência utilizou dos referenciais de Nascimento-Schulze e co-autores. As reflexões realizadas propiciaram a clareza de que esta teoria seria a mais apropriada para a compreensão do objeto de estudo.

¹⁹Scientific Electronic Library On Line. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?lng=pt>

²⁰Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/educacion.htm> e <http://www.oei.es/bibliotecadigital.htm>.

4.2 TRABALHO DE CAMPO

4.2.1 Aspectos éticos da pesquisa

Em relação aos aspectos éticos da pesquisa, anteriormente à fase de coleta de dados, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) para apreciação, com aprovação em 4/09/2009²¹ (Anexo).

Os sujeitos da pesquisa foram esclarecidos quanto aos objetivos do estudo, cujo sigilo das informações e estavam assegurados pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os alunos participantes da pesquisa assinaram o termo caso tivessem 18 anos ou mais; e em caso de serem menores de 18 anos, o mesmo documento foi encaminhado para assinatura dos responsáveis pelo aluno e solicitado que fossem entregues à pesquisadora.

4.2.2 Local de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em duas escolas públicas do ensino médio de um município paulista com características semelhantes: serem escolas regulares, com perfil de diretor efetivo e que ambas fossem localizadas no perímetro urbano de um bairro, e não numa região central.

A escola **1** atende a um total de 880 alunos. O Ensino Fundamental (6^a a 9^a série) possui, no período da tarde, oito salas de aula que atendem a 280 alunos. O Ensino Médio Regular (1^o ao 3^o ano) possui um total de 560 alunos. No período da manhã são nove salas, e, à noite, cinco, juntamente com Educação de Jovens e Adultos (EJA), com 40 alunos.

Localiza-se num bairro residencial, o qual não possui um ramo de atividade em destaque. Há um grande número de idosos moradores do bairro. A escola conta com 6 salas de aula, 1 cozinha, 1 biblioteca, 1 quadra, pátio, 1 laboratório de informática com computadores. Existe no entorno da escola: postos de saúde, campus da Universidade de São Paulo, praças de recreação e de alimentação, centros religiosos, quadras esportivas, escolas, empresas e indústrias.

Os alunos são provenientes de bairros próximos: Vila Amélia, Vila Tibério e Vila Virgínia. Os professores são, em sua maioria, efetivos e menos da metade possui pós-graduação.

²¹O presente projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos CAAE 2294.0.000.135-09, no processo n° 23112.002445/2009-02. O parecer foi aprovado em 4/06/2009, com n° 331/2009.

A escola 2 oferece ensino para 1.896 alunos em todas as séries: Ensino Fundamental Ciclo II, Ensino Médio Regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA). No período da manhã, funcionam 17 salas, sendo seis de Ensino Fundamental – Ciclo II da 6ª à 9ª série (Não seria da 8ª à 9ª série?), uma classe de Recuperação de Ciclo II e 11 classes de Ensino Médio. No período da tarde, 16 salas que atendem o Ensino Fundamental – Ciclo II de 5ª à 8ª série. E no período da noite, 15 salas que atendem o Ciclo II e Ensino Médio – sendo seis classes de Ensino Médio Regular; duas classes de Ensino Fundamental para a Educação de Jovens e Adultos e sete classes de Ensino Médio de Educação de Jovens e Adultos.

A escola está localizada num bairro afastado do centro de Ribeirão Preto, próximo aos bairros Marincek e Valentina Figueiredo, que se intensificou nos últimos anos com o asfaltamento de ruas, extensão de redes de água, esgoto, luz, transportes, telefone, limpeza pública, praças, escolas, igrejas. Esses fatores favoreceram o aumento populacional e a expansão do comércio. Nos fins de semana, a escola desenvolve o programa governamental “Escola da Família”.

A maioria dos alunos reside em conjunto habitacional ou favela, não possui casa própria nem meio de transporte particular. A maioria dos professores e funcionários reside no bairro ou em bairros vizinhos da escola. Os professores são detentores de formação acadêmica universitária, alguns já concluíram pós-graduação, mestrado e doutorado e outros estão cursando mestrado.

A grade curricular do terceiro ano do ensino médio para as disciplinas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é orientada atualmente de acordo com a Proposta Curricular para o Estado de São Paulo. Dentre os temas previstos para a série, são indicadas atividades de apoio à disciplina de biologia com os temas de obesidade, anorexia e dengue. Para a de física os temas são medidores de velocidade, força e movimento, calor e aquecimento, consumo de água residencial, ondas de rádio e história da cosmologia. E para química produção de petróleo, densidade, temperatura de ebulição e fusão, potência e proporção (BRASIL, 2008b).

4.2.3 Participantes e procedimentos de coleta de dados

De acordo com Minayo (2004), a primeira ação ao entrar em contato com o local de estudo (no caso as escolas), é a aproximação com as pessoas (diretores e professores) da área selecionada para o estudo. Após o aceite da escola e a aprovação do CEP-UFSCar, foi feito contato com os diretores de cada escola, com objetivo de esclarecer proposta de estudo, bem como da metodologia da pesquisa e suas possíveis repercussões. O objetivo dessa

aproximação também foi conhecer o contexto da escola e o perfil dos alunos do 3º ano do ensino médio diurno. Para complementar essas informações, a pesquisadora fez um contato de aproximação com professores do ensino de ciências de ambas as escolas sobre o perfil dos alunos e aspectos gerais de suas aulas.

Posteriormente, as diretoras indicaram as aulas em que a pesquisa poderia ser realizada. A pesquisadora apresentou a pesquisa no início ou no final da aula e fez o convite a todos os alunos, sendo o único critério a aceitação em participar. Os alunos interessados deixaram seus nomes com a pesquisadora e as entrevistas foram realizadas na sala dos professores, na biblioteca ou no pátio da escola nos dias posteriores.

Na escola **1**, a pesquisadora conversou com a professora de biologia que cedeu parte de sua aula para apresentação da pesquisa. Cada sala de aula continha, em média, 40 alunos e, destes, 15 concordaram em participar. Na escola **2**, a pesquisadora conversou com os alunos numa aula de química, onde foram informados da pesquisa e de seus objetivos. Cada sala de aula continha 30 alunos e 10 concordaram em participaram da pesquisa.

Foram coletadas, no total, 25 entrevistas gravadas com o consentimento dos entrevistados. Devido a algumas intercorrências, foram inutilizadas 7 entrevistas para análise: duas devido a problemas com o gravador digital e cinco pelo fato dos alunos não terem trazido o termo de consentimento assinado pelos pais ou responsáveis, por serem menores de idade.

4.2.4 Instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados utilizado foi a entrevista semiestruturada com questões norteadoras. De acordo com Minayo (2004, p.108) esta técnica “combina perguntas fechadas e abertas, onde o entrevistado tem a possibilidade de discorrer o tema proposto, sem respostas ou condições prefixadas pelo pesquisador”. Foram formuladas oito questões norteadoras a partir do referencial teórico, que abrangessem os objetivos da pesquisa (Apêndice).

As entrevistas mesmas foram gravadas com o consentimento dos sujeitos, os quais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. No primeiro contato com os sujeitos foi feita a explicação sobre a pesquisa numa conversa de aproximação, de forma que eles se sentissem a vontade para dar seu depoimento. As entrevistas tiveram duração de 15 a 30 minutos e foram realizadas nas dependências da escola, durante os intervalos de aulas.

4.2.5 Instrumento de análise dos dados

Após a realização das entrevistas, as mesmas foram transcritas e seus conteúdos sistematizados com a utilização do *software* ALCESTE (Analyse Lexicale par Contexte d'un Ensemble de Segment de Texte). O programa criado por M. Reinert, em 1990, na França, é empregado para a realização de análises quantitativas de bancos de dados textuais como entrevistas, artigos e obras literárias (NASCIMENTO; MENANDRO, 2006, p.72; REINERT, 1998).

O ALCESTE é uma técnica utilizada para investigar a distribuição de um vocabulário em um texto escrito e em transcrições de um texto oral. O objetivo é compreender os pontos de vista coletivamente partilhados por um grupo social num determinado período. O uso de um vocabulário específico é visto pelo programa como “uma fonte de detectar maneiras de pensar sobre um objeto” (KRONBERGER; WAGNER, 2002, p.427).

O programa baseia-se em cálculos efetuados sobre a co-ocorrência de palavras em segmentos de texto, com objetivo de distinguir classes de palavras que representem formas distintas de discurso sobre o tema de interesse da pesquisa. A regularidade de um vocabulário específico indica a existência de certo “campo contextual”, um espaço semântico específico. As palavras são reduzidas a sua radical, como os verbos irregulares transformados ao indicativo, identificadas por meio de um dicionário. O programa identifica as palavras com função como artigos, preposições, conjunções, pronomes e verbos auxiliares e o grupo das palavras com conteúdo, como substantivos, verbos, adjetivos, e advérbios, que contêm o sentido do discurso e fornece os elementos para análise final (KRONBERGER; WAGNER, 2002).

“O objetivo do ALCESTE não é o cálculo do sentido, mas a organização tópica de um discurso ao colocar em evidência os ‘mundos lexicais’”. A unidade de contexto é entendida como uma espécie de representação elementar, um sentido ou um enunciado mínimo em um discurso, postulado como uma idéia de um indivíduo psíquico. Essa idéia pode se referir a um objeto e ao mesmo tempo ao próprio sujeito (NASCIMENTO; MENANDRO, 2006, p.74-5).

As entrevistas transcritas foram formatadas de acordo com as exigências do ALCESTE. Para inserção dos dados no programa são necessários alguns ajustes no texto, o qual deve ter em torno de 20 páginas (fonte Courier 10). Primeiramente todas as entrevistas são reunidas num arquivo único de *Word*. As palavras compostas, ou que tiverem um único significado são ligadas, como por exemplo, bem-estar. São retiradas todas as letras em maiúsculo, deixando somente as perguntas em caixa alta. Cada entrevista foi classificada de

acordo com as variáveis apresentadas (indivíduo, escola, idade, gênero), e enviadas para serem processadas no programa.

A análise do ALCESTE é constituída por quatro etapas. Primeiramente ocorre a leitura das entrevistas para o cálculo do vocabulário, em seguida é gerada uma lista em ordem alfabética de todo o *corpus* da análise. Na segunda etapa é realizada a formação da UCE, a partir da fragmentação das UCI. A terceira etapa é a construção das classes, a partir das UCE, processo denominado de Classificação Hierárquica Descendente. E na última etapa, o programa realiza a Análise Fatorial de Correspondência, que por meio de um plano gráfico são identificadas as inter-relações entre as classes (NASCIMENTO; MENANDRO, 2006).

Durante a análise do material o programa as seguintes análises:

- CHD (Classificação Hierárquica Descendente) conjunto de cruzamentos dos dados realizados a partir das unidades de contexto descritas abaixo.
- UCI (Unidade de Contexto Inicial) - unidade a partir da qual o programa efetua a fragmentação inicial, que no caso é a reposta de uma entrevista.
- UCE (Unidade de Contexto Elementar) - definida segundo critérios de tamanho do texto (número de palavras analisadas) e pontuação. A partir do pertencimento das palavras de um texto a uma UCE, o programa ALCESTE estabelece as matrizes de onde será efetuado o trabalho de classificação.
- UC (Unidade de Contexto) - agrupamento de UCE sucessivas dentro de uma mesma UCI, até que o número de palavras diferentes analisadas (contidas nessa unidade de contexto) seja superior ao limiar fixado na análise. As UC devem ter uma homogeneidade semântica e de tamanho comparável.
- Classe - pode ser definida como um agrupamento constituído por várias UCE de vocabulário homogêneo.
- AFC (Análise Fatorial de Correspondência) - cruzamento entre o vocabulário (considerando a frequência de incidência de palavras) e as classes, gerando uma representação gráfica em plano cartesiano, na qual são vistas as oposições entre classes ou formas.
- Lematização - substituição de certas palavras por uma forma reduzida. São consideradas palavras equivalentes, com radical comum, as que contêm significados semelhantes, diferenciadas quanto ao gênero, ao número ou ao fato de serem substantivos, adjetivos ou advérbios. Por exemplo, as palavras AMOR, AMORES, AMOROSOS, são substituídas por: AMOR+.

5 - RESULTADOS

5.1 Caracterização dos sujeitos

O *corpus* da pesquisa é composto de 18 entrevistas de estudantes do 3º ano do ensino médio de duas escolas públicas de Ribeirão Preto, caracterizados no Quadro 11:

IN	E	ID	G	Família	Trabalho/estudo
1	1	17	M	Mora com o pai (químico, trabalha numa Usina) e a mãe (do lar).	Faz curso de informática e curso técnico em administração
2	1	18	F	Mora com a mãe (desempregada) e irmãos (3); os irmãos trabalham com telefone e minha irmã faz faculdade a noite, administração.	Faz cursinho a noite, curso de inglês e dança de rua
3	1	17	F	Mora com a mãe (diarista) e a irmã mais nova	Trabalha como arquivista numa secretaria da prefeitura
4	1	17	M	Filho único, mora com os pais (NI)	Faz curso técnico de administração e <i>web design</i>
5	1	18	M	Mora com o pai (aposentado), a mãe (do lar) e irmãos (2)	Faz cursinho.
6	1	17	M	Mora com o pai (formado em biologia, e trabalha como técnico agrônomo) e os irmãos mais novos (2)	Faz curso técnico em administração
7	1	17	F	Mora com o pai (aposentado, trabalhava em indústria) e a mãe (pensionista, do lar), tem 2 irmãos casados	Faz curso técnico de administração de empresas e trabalha como auxiliar administrativo no comércio
8	1	17	F	Mora com a mãe (manicure) e a irmã mais nova	Faz cursinho a noite
9	1	17	M	Mora com os pais (NI)	Faz cursinho a tarde
10	1	17	F	Mora com a mãe (vendedora, desempregada) e a irmã (estudante)	Trabalha numa loja de roupas do bairro
11	1	18	M	Mora com o pai (autônomo), a mãe (do lar) e irmãos (3)	Trabalha num estacionamento
12	2	18	F	Mora com a avó e o tio. Tem duas irmãs casadas.	Estudante. Trabalha como garçonele esporadicamente.
13	2	17	M	Mora com o pai (funcionário público, agente de segurança) e a mãe (do lar)	Trabalha numa ONG ligada a política
14	2	17	M	Mora com a mãe (faxineira) e irmãos (4), um deles faz faculdade em São Carlos, os outros são estudantes	Estudante
15	2	18	M	Mora com os pais (NI)	Estudante
16	2	17	M	Mora com os pais (NI)	Faz curso técnico de ensino do trabalho
17	2	18	F	Mora o pai (aposentado), a mãe (faxineira) e irmãos.	Estudante
18	2	17	F	Mora com os pais (NI), a avó e irmãs (2)	Estudante

QUADRO 11: Caracterização dos sujeitos da pesquisa. Legenda- IN: indivíduo; E: escola; ID: idade; G: gênero; NI: caracterização não identificada.

Os dados acima mostram que a idade dos alunos varia entre 17 e 18 anos, média relativa ao terceiro ano do ensino médio. O gênero se mostra equilibrado entre homens e mulheres. Mais da metade desse grupo de alunos constitui o modelo de família nuclear, com pai e mãe. A outra parte (em sua maioria) vive com apenas com a mãe, e alguns casos isolados com os avós e ou o próprio pai. A maioria desses alunos possui outra atividade além da escola. Metade dos sujeitos faz cursinho e/ou cursos técnicos. O restante se declara estudante (apenas frequenta a escola) e a outra parte trabalha em atividades diversas como comércio. Alguns se ocupam nos três períodos, com escola de manhã, trabalho à tarde e cursinho à noite.

5.2 Classes fornecidas pelo Alceste

No processo de análise da presente pesquisa, o ALCESTE identificou 18 unidades de contextos iniciais, as quais correspondem ao número de entrevistas incluídas no *corpus* de análise. Foram estabelecidas as seguintes variáveis: escola (esc_01 e esc_02), idade (idd_01 - 17 anos e idd_02 - 18 anos) e gênero (gen_01 - masculino e gen_02 - feminino).

O *corpus* foi reunido em 418 UCE, sendo utilizadas 39% (164 UCE), divididos em 4 classes, como mostra a figura abaixo:

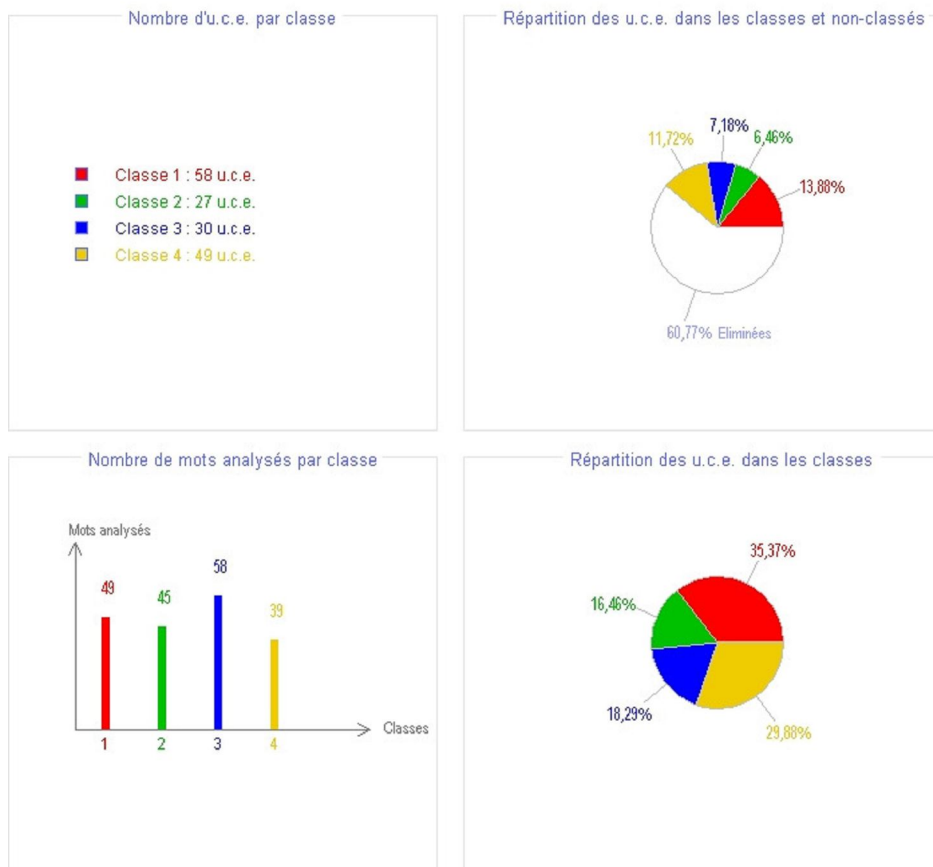
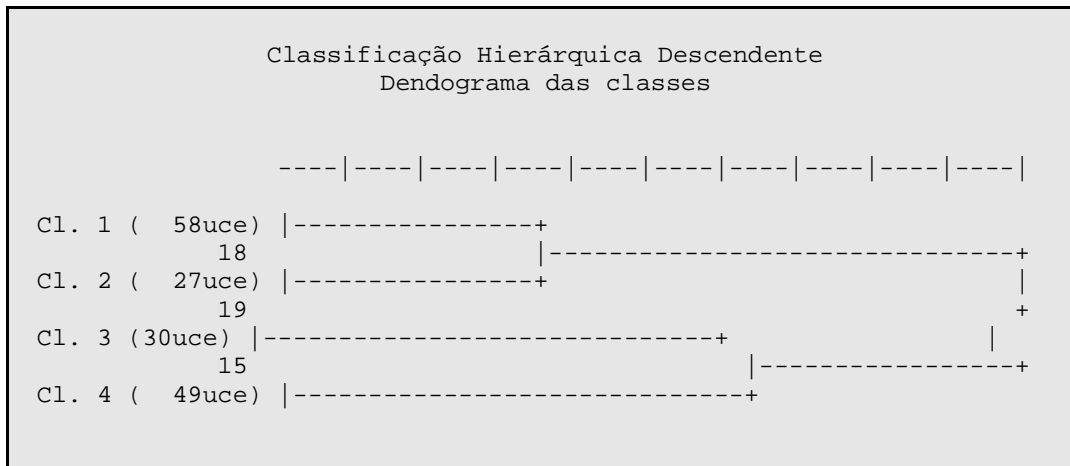


FIGURA 1: Classes identificadas pelo ALCESTE

5.3 Classificação hierárquica descendente

A classificação hierárquica descendente é construída a partir das classes (UCE). O Quadro 12 mostra uma aproximação entre as classes 1 e 2, as quais detêm juntas 51,83% das unidades de contextos; bem como as classes 3 e 4, as quais somam 48,17% das UCE.



QUADRO 12: Classificação Hierárquica Descendente

5.4 Léxicos significativos de cada classe

O Quadro 13 mostra a relação dos léxicos significativas de cada classe. A partir de uma lista gerada pelo programa, foram excluídos os verbos de ligação (ser, estar, entre outros) e selecionadas as palavras que tivessem uma incidência acima de 50% e um chi2 maior que 2. O critério de seleção foi o significado e a ligação com o contexto da classe, a fim de poder caracterizá-la e nomeá-la.

Classe 1 35.37 %	Classe 2 16.46 %	Classe 3 18.29 %	Classe 4 29.88 %
A ação do homem na natureza	Tecnologia: uma facilidade traiçoeira	Os dois lados da ciência	Ciência: pesquisa pela saúde?
bem_estar carro+ depois difícil diminui+ fácil falar ficar igual melhor+ mudar ninguém nunca objetivo pessoa+ poluição população precisar questão quer+ sabe+ seja ter toma usar	tempo anim+er ajud+ alguém bastante biologia *celular+ computador+ descobr+ escola+ falar homem humano+ laboratório lugar maquina+ mundo paitre : país parece pesquisa+ relação pouco robo+ tecnologia+ tipo tudo trabalho+ tv	grand+ arm+er : arma precis+er vid+er : vida acaba acontece+ ano+ antes antigamente aquele+ bastante celulas_tronco doença+ fala familia+ graças hoje hora+ igual modo muito+ mundo nada negocio remedio+ teve tinha toma tratamento+	cancer+ cur+ er formul+er Aids ajudar aparelho+ area+ cientista coisa+ criar curar descoberta+ descobr+ dinheiro doença+ morre+ nov+ :novo outro+ remedio saude televisão

QUADRO 13: Palavras significativas de cada classe. *aparelho celular.

5.5 Caracterização das classes

A caracterização e a nomeação das classes foram feitas de acordo com as palavras indicadas acima e o conjunto das falas das entrevistas reunidas pelo programa.

Como mostra a Classificação Hierárquica Descendente (Quadro 12), há uma semelhança entre as classes 1 e 2, com foco na tecnologia e 3 e 4, na ciência. Na classe 1 o foco está na industrialização, como o advento do “carro” que traz prejuízos ao meio ambiente, além da “poluição”. Na classe 2 a tecnologia está relacionada à suas funções “máquina”, “computador”, “robôs”, “TV”, “celular”. Nessa classe há também a relação “homem” e “humano” com “mundo” e “país”.

Já as classes 3 e 4 trazem a questão nítida de doenças e tratamentos médicos. As palavras evocadas “vida”, “tratamento”, “células-tronco”, “doença”, “remédio”, “formul” (fórmula), “morr”, podem indicar que a função da ciência seja de trazer o bem-estar, a partir da produção de conhecimento. Os verbos “curar”, “ajudar” e “criar” e “descobrir” remetem a capacidade criadora e benevolente da ciência.

Na classe 3 menciona-se “células-tronco”, principalmente numa conotação de “vida”. Pode-se perceber que a fala dos alunos está ancorada na questão de doenças que assolam a humanidade, com a palavra “mundo”, e também com pessoas próximas, como a palavra “família”. Na classe 4 há a função de “ajuda” da ciência a “descobrir” “cura” de “doenças” como “Aids” e “câncer”. Essas informações podem indicar uma especificidade da fala dos alunos relacionada à cura de doenças, pois ao serem questionados sobre dimensões sociais da ciência não foi feita menção a esse aspecto em particular.

Classe 1 – A ação do homem na natureza

Esta classe apresenta falas referentes à participação popular em questões relacionadas a ciência e ao meio ambiente, como a devastação ambiental provocada pelas indústrias em favor de seu desenvolvimento.

O tema de participação popular foi tratado como possibilidade de tomada de decisão relacionada à ciência, que aparece principalmente com a palavra “mudar”. O indivíduo 3 simula uma situação, no caso do aquecimento global, e questiona se as pessoas deixariam de ter um conforto, por exemplo, andar de “carro”, em favor de diminuir a “poluição” nas cidades.

SE VOCÊ FOSSE CONSULTADO PARA UMA DECISÃO SOBRE CIÊNCIA, VOCÊ PARTICIPARIA? Eu acho que é importante, mas ao mesmo tempo em que é importante as pessoas participarem, tem um referendo, como uma pessoa vai diminuir o impacto, e porque a população não quer perder o conforto que a tecnologia trouxe, igual uso de carro. (...) Lá em São Paulo tem o rodízio, mas tem muita gente que não quer perder o conforto de ir de carro. Eu, por exemplo, utilizo o ônibus, se eu pudesse usar o carro, tem que mudar muita coisa, igual ao transporte público, vai lotado o ônibus (ind. 3).

Este tema traz indicações de mudança de comportamento, que poderia ser feito a partir da conscientização²², no sentido de tomar uma atitude e enxergar a dimensão da devastação ambiental no planeta.

Porque uma população que não tem preparo, é mais fácil de manipular. Então para população não ser manipulada ela teria que ser instruída. No final acho que não mudaria, porque ficaria difícil pra eles, para os governantes. Ele vai bater de frente, porque vai ver que a população tem (ind. 11).

E isso é uma coisa que vai favorecer a nós, e porque não. E se a gente quer uma mudança. A gente vive num mundo, num país de constituição, onde todo dever consta seu direito (ind. 12).

Teríamos que informar as pessoas em relação à conscientização, ao mal que elas fazem no meio ambiente, o desmatamento e a poluição. Porque é igual ao rio, a água é a fonte mais importante para nós. Se você ficar poluindo rios, riachos, qual objetivo depois de buscar a recuperação dos rios, sendo que não vai ser igual a um rio, que produzia tantos peixes, a natureza também nos dá alimento. Precisamos trabalhar mais para abrir os olhos das pessoas. Trabalhar com prevenção. É com prevenção e conscientização (ind 6).

²² O significado de consciência está de acordo com a ideia de reflexão contemporânea, de conhecimento, “a presença viva do indivíduo em si mesmo e com relação ao mundo” (DUROZÓI; ROUSSEL, 1993, p. 103).

As falas trazem a discussão da ação do homem na natureza, com exemplos das indústrias que desmatam para produzir sua matéria-prima sem a preocupação com o meio ambiente: o objetivo é visar o consumo e o lucro. Numa das falas o indivíduo 12 faz uma relação entre ciência e consumo, a partir de ciclo: “tecnologia-saúde-trabalho-consumo”, que mostra uma visão crítica e desmistificadora da ciência somente como produtora de bens e serviços para população.

Os malefícios, a natureza é envolvida, porque é das plantas que fazem remédios. Mas com a exploração da tecnologia acaba com a mata um pouco, com a alta devastação, as empresas ganham dinheiro, faturamento. O benefício vai ser grande. Embora sejam bons, os benefícios dos remédios, as grandes empresas só pensam em faturar. Ocorrendo um desmatamento muito radical, uma agressão. E quem é rico vai continua rico, e quem é pobre vai continuar pobre (...). O principal fator é a ação do homem. O homem desmata, pensando em desmatar, às vezes por dinheiro, ele não se preocupa em replantar, aí com essa tendência apareceu o green peace, a ONG que defende o meio ambiente e tal (ind 6).

Principalmente agora, tem muita facilidade, na modernidade. Estão procurando pesquisa, de ficar mais fácil. De avanço tecnológico, tem carros mais modernos. Quando eles procuram muito lucrar, eles querem produzir muito, aí as fábricas demais, essa parte de tecnologia, acaba prejudicando, trazendo lucro para parte financeira, não pra gente, para o país e prejuízo para a parte da natureza. Essas fábricas, agora que tem o biodiesel nos carros, melhor. Tem muitas fábricas, em São Paulo, muitos prédios, acaba com a natureza (ind 11).

Acho ela (a ciência) muito manipulada pelo sistema, por que é uma maneira de estudo que é tanto boa para nós, inclusive para eles. Porque está relativamente ao consumo. Por mais que ela está avançada, por mais que ela é também para o povo, mas acho que ela é muito mais, para o termo, vamos falar assim, para os empresários, mais para o sistema, está muito envolvida nisso. Por que vemos atualmente é um povo que luta pelo povo, os governadores eles lutam simplesmente pela visão deles, pelo lucro deles, não pensando somente em nós. Porque é bom também nós temos tecnologia avançada por que nós temos saúde, porque se temos saúde, temos disposição para trabalhar. E se tem trabalho tem o quê, consumo, e quanto mais consumo, melhor para eles, porque é isso que eles querem. Ou seja, eles fazem umas coisas boas, mas não só pensando na gente, mas também pensando neles também. Porque é lucro para eles (ind 12).

Classe 2 - **Tecnologia: uma facilidade traiçoeira**

Esta classe caracteriza-se pela vertente crítica da tecnologia por seus fatores negativos e excludentes. Essa visão também está relacionada à escola que de certa forma exclui ao não oferecer base conceitual e estrutural para experiências e atividades extracurriculares.

A característica da tecnologia possui citações a “tv”, “máquina”, “computador” e “celular” (aparelho celular). É mencionada de acordo com fatores negativos que ela acarreta, como automação nas indústrias por meio de “robôs” que provocaria o desemprego. Como aparece nas seguintes falas:

Na agricultura, a máquina, ela faz o serviço mais rápido e faz mandar vários cortadores embora e contratar novos funcionários de máquina. Por causa da tecnologia, a maioria vem de longe para trabalhar e não acha mais emprego. Não tem qualidade de vida, a maioria deles, por causa da tecnologia (ind. 1)

A tecnologia está dominando os robôs para substituir os humanos. Falam que é para ajudar, mas daqui a pouco. Tem muitas fábricas que usaram máquinas no lugar de pessoas. Que isso atrapalha também. Se for ver esse lado, de trabalho, indústrias. Mas é bom porque aumenta a produção, pode comprar mais, e é ruim porque tira o trabalho das pessoas, o que poderia ser feito manualmente. Tira emprego das pessoas (ind. 18)

Se a gente não tivesse evoluído para um processo manual para um processo a vapor, se na agente não tivesse evoluído também, a gente estaria estagnado na produção manufactural. Eu espero que a ciência evolua até um ponto onde ela possa proporcionar o desenvolvimento da sociedade também, porém respeitando os direitos humanos, você não vai começar a criar uma máquina que vai eliminar completamente a mão de obra. Ela mesma vai se autocorrigir, ela mesmo vai corrigir o que estiver errado, ela não vai precisar de mecânico, o que você vai criar um grande contingente de desempregados (ind 13).

Há uma postura crítica e social com a predominância da tecnologia na sociedade e os lugares que ela se insere. Nesse sentido, são excluídas as pessoas que não têm acesso aos produtos da tecnologia ou que não possuem as habilidades necessárias para interagir com ela. O acesso a produtos e serviços tecnológicos se restringe a uma classe econômica de maior poder de compra, como enfocam:

Na que eu vivo parece uma coisa distante uma da outra. Eu não vejo a sociedade, um descompasso em tecnologia. A propaganda da TV, que passa totalmente desenvolvida não chega a população. Ciência e tecnologia não chegam à sociedade (ind 9).

Por que é o que está acontecendo no momento. Muitas pessoas não estão conseguindo acompanhar a tecnologia e estão sendo excluídas do mercado de trabalho e das escolas, por que muitas pesquisas mostram que tem gente que não sabe nem mexer no computador, e estão sendo excluídas desse modo. Uma pessoa que não sabe lidar vai ter dificuldade, vai ter totalmente dificuldade. (...) O QUE É TECNOLOGIA PARA VOCÊ? Eu lembro mais de computadores, exclusão social. POR QUÊ? Porque a tecnologia está mudando o mundo, e as pessoas que ficam paradas no tempo estão sendo atropeladas, por que se você não a acompanha, fica parada no tempo (ind. 16).

Os depoimentos mostram que a escola também colabora com uma situação de exclusão na medida em que não oferece estrutura como laboratórios de ciência e de informática, ou mesmo quanto à questões teóricas e conceituais de pesquisa.

Hoje tem certo incentivo, mas acho que tem que incentivar mais via didática, devia entrar no primeiro ano já tendo uma boa base do que é pesquisa. Tem que dar oportunidade (ind.5).

Falta aula prática. Aqui não tem laboratório de informática. Tem mais não usa. Laboratório de ciência não tem. (...) Eu acho que faltava isso. Já que o objetivo é relacionar a ciência e a sociedade que ela está inserida, falta isso, trabalho de campo, já desde o começo (ind.13).

E a gente tem muito pouco na escola, principalmente escola pública. Aqui na escola não tem laboratório pra gente poder mexer e tal. (...) É. seria interessante se tivesse laboratório. Na outra escola que eu estudava na aula de ciências tinha quando a gente estudava planta, a gente tinha a nossa horta. Era mais interessante, a gente via no dia o bichinho. (...) Dava pra mexer, o que a gente via na teoria a gente via na prática também. Aprende mais, o que a gente compara o que a gente vê nos livros no dia a dia, dá para entender mais. Muita coisa que a gente ia à escola e fala, onde eu vou usar isso, não consegue relacionar, a gente perde até o interesse. Mais aula prática. (...) É mais fácil até de lembrar, também quando a gente está vendo, que só o professor explicando a gente não entende muito. E decora uma fórmula, decorou, não viu na prática pra que serve (ind 3).

Classe 3 - Os dois lados da ciência

Nesta classe os indivíduos identificam a dualidade da ciência e da tecnologia. Os sujeitos têm a percepção que o desenvolvimento científico e tecnológico possa trazer mudanças de comportamentos. A parte positiva é destacada como permanência da “vida”, cura de “doenças”, “tratamento”, “células-tronco”, para um âmbito da “família”:

Olha, pra mim, nem é o foco principal, talvez deva até ser, esse negócio da medicina achando a cura das doenças, acho muito importante. Assim, fala das células-tronco como uma regeneração, das partes do corpo, achei isso muito importante. Não é algo tão recente, tem uns anos assim (ind. 7).

Faz uma grande diferença na minha vida, tem uma grande importância sim. Olha, para minha família tem uma importância muito especial, hoje tem remédios controlados, como por exemplo, minha avó toma remédio para pressão (ind. 12).

Por outro lado, a existência da palavra “arm” (armas) mostra que há a consciência do lado “ruim” da ciência, como mostram diversas falas:

Não sei se tem haver com a ciência, têm as armas, armamentos. Estão investindo muito, têm essas guerras que a gente esta tendo, no Iraque, os Estados Unidos estão invadindo lá. (...) A indústria bélica também está muito desenvolvida. Durante a guerra fria, a gente tinha medo de terem produzindo uma outra bomba atômica, só que hoje em dia a ciência avançou muito, então, eles podem criar alguma arma que pode destruir muita gente que nem a bomba atômica (ind.3).

O avanço da medicina de uma maneira geral, avanço bélico. Das armas, Nossa muita coisa, guerra civil, interna civil interna, externa. Você obtém poder da força das armas, bomba, canhão, tudo mais, você acaba impondo sua vontade. Igual quando os Estados Unidos ocupou o Iraque, estava impondo a vontade dele, agora que está saindo está uma bagunça, já matou tanta gente, e mais guerra já morreram tantas pessoas (ind. 17).

A palavra “antigamente” remete ao passado em que a medicina não era avançada como atualmente. Esse avanço trouxe a cura de diversas doenças e também a dependência, principalmente com relação aos remédios:

A sociedade é inteiramente dependente da ciência. Na questão assim, por exemplo, antigamente, qualquer doença, tuberculose era fatal, tinham aqueles pintores modernistas, morriam de tuberculose. Hoje em dia acontece de morrer, mas não e tão pouco, que tem estudos, remédios, tratamentos, tudo mais. A ciência modificou nossa vida para o lado bom e ruim, a gente acaba tendo muita necessidade. (...) Mudou bastante. Esse é o

lado bom. E o lado ruim é que a gente fica dependendo de remédio. Tem gente que nem precisa e toma remédio (ind..7).

Nesta visão da dependência da ciência, há a citação de comportamentos que se modificaram pela tecnologia, como o estilo de vida mais simples e o contato humano. A modernidade, principalmente com os computadores, trouxe mudanças comportamentais devido à comunicação virtual: crianças deixam de estudar para ficar na internet ou no *vídeo game*, e os jovens se distanciam da convivência em família.

Podem criar coisas que não deixam as crianças em vez de estudar, na internet, no computador, vídeo game, coisas novas que podem criar que atrapalhem o estudo da criança e do adolescente que deixem eles, vamos dizer viciados nisso, que deixem as obrigações (ind 4).

Com a ciência, como tudo vem muito rápido. Talvez a gente se apegue a essas coisas e deixe outras de lado. Tipo um bom livro, um tempo com a família, umas coisas mais caseiras. Que a ciência vem pegando muito em cima. A parte mais tecnológica, de automação das coisas. A gente está se apegando muito nesses avanços tecnológicos e que a ciência vem descobrindo, e a gente deixa essas coisas mais caseiras, não tanto físicas, de lado (ind 10).

Classe 4 - Ciência: pesquisa pela saúde?

Da mesma forma que a classe anterior, a ciência é colocada de forma antagônica: de um lado a atividade de “cientistas” em laboratórios, com objetivo de “descobrir” a “cura” para “doenças”, como “Aids” e “câncer”. E do outro, o interesse em produzir artefatos tecnológicos em vez de se preocuparem com a pesquisa em saúde, por exemplo.

O QUE É CIÊNCIA PARA VOCÊ? Cientista, no laboratório estudando, natureza, cura de doenças. Cientista num laboratório estudando, que nem quando passa na televisão (ind.3).

Saúde também. A ciência pode descobrir muita coisa. Pode descobrir a cura da Aids, um tratamento para um câncer. Porque muita gente morre disso (ind. 14).

Espera que melhore muito. Que consigam achar a cura para Aids, Porque eu acho que as pessoas têm que se prevenir, mas muita gente se previne. Tem muita gente que morre agora, se um parente meu morre agora eu ia ficar super triste, mas se fosse mais para frente, se esperasse um pouco, ia achar a cura. Que queria que fosse mais rápido, mas não tem como. Os estudos são muito demorados. Para achar uma coisa que vai ajudar mesmo, que vai funcionar tem que estudar muito. As outras doenças também como o câncer também, tem uma cura. Ia ser muito bom (ind 18).

Quando questionados sobre a relação da ciência com a sociedade, a palavra “dinheiro” remete ao financiamento de pesquisas, que estariam em grande parte destinadas a produção tecnológica.

Não tem interesse para ajudar o povo. Só usa a ciência para fazer uma televisão maior e não vai ter benefício nenhum para população. Não sei o dinheiro que eles investem tanto em aparelhos eletrônicos, se eles usassem mais na área da saúde em criar novos aparelhos para ajudarem na área da saúde. (...) O dinheiro que é gasto em carro, televisão na criação dessas coisas deveria ter voltado mais na área da saúde (ind.10).

Eu estou pensando no bem estar, de lucro, eu estou pensando na natureza, tratamento. O país quando ele cria alguma coisa, fica procurando aquilo que vai beneficiar o país, em importação, dinheiro, que entra no país, não estão pensando naquilo que vai beneficiar a parte, de bem-estar, a natureza, que vai prejudicar a natureza. Eles criam a máquina, eles querem facilitar, aumentar o numero de produção, e não pensam no desemprego, não pensam no que vai prejudicar o ser humano com a efeito estufa por exemplo, com o aquecimento global, não pensam no benefício, pensam no dinheiro. Também tem a parte da saúde. Eles fazem remédios para combater doenças, essa parte é boa (ind.11).

6 - DISCUSSÃO: DA CIÊNCIA INDUSTRIAL PARA CIÊNCIA CIDADÃ

As classes apresentadas pelo programa indicam a visão da ciência e da tecnologia por intermédio de várias situações. Algumas delas chamam a atenção por seu caráter crítico.

Observou-se que os alunos citam os malefícios da ciência com relação às guerras, à poluição e devastação ambiental, e aos interesses como empresas pelo lucro. A tecnologia provoca o desemprego mediante a automação das indústrias e promove a exclusão digital. A relação entre remédio e saúde leva à dependência da ciência, que traz para tudo um alento, uma medicação. A palavra “arm” (armas) está relacionada ao poder bélico e às guerras, a qual remete o uso da ciência para fins não-humanitários. E a palavra “dinheiro” faz a ligação com realidade mercantilista da indústria da ciência. Tais exemplos fazem parte da estrutura conceitual da Educação CTS, a qual incita uma discussão sobre a supremacia da ciência na sociedade, presa à suas vantagens e ao discurso de verdade e neutralidade.

A relação entre industrialização e meio ambiente é citada em várias entrevistas. A obra Primavera Silenciosa de Carson (1969) trouxe a discussão ambiental, cujas consequências vão além do uso de agrotóxicos. Atualmente, com a industrialização, o meio ambiente foi renegado a suprir demandas de espaço e recursos naturais poluição. A relação da ciência com o meio ambiente é uma preocupação atual, “à medida em que se amplifica o seu impacto sobre a natureza em geral e sobre a vida dos indivíduos e das sociedades em particular, profundas e agudas questões sociais e éticas se vão levantando” (PRAIA; CACHAPUZ, 2005, p. 175).

Essas consequências são lembradas pelos alunos quando citam a destruição da natureza por meio da ação do homem com o desmatamento e a poluição. Essas atividades de destruição são protagonizadas pelo homem, e não por uma ciência institucionalizada e distante. O poder de criação ou de destruição da ciência está nas mãos dos homens, fato que indica a interligação entre homem, ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente como parte de um mesmo ecossistema. O desafio é conciliar a ciência e a tecnologia orientada como uma inovação produtiva com a preservação da natureza e a satisfação de necessidades sociais (ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2002).

O avanço bélico é outro ponto-chave na discussão CTS. As bombas nucleares de Hiroshima e Nagasaki são vistas como aplicação e industrialização da ciência (SANTOS, 2009, p.48). Como afirma Praia e Cachapuz (2005, p.185), “questionam-se as vantagens da ciência, quando acompanhadas de bombas atômicas e contaminação ambiental”, situação que aparece nas falas dos alunos como a citação da II Guerra Mundial e da guerra do Iraque. Os

malefícios das guerras e da bomba atômica são utilizados na Educação CTS como temas complementares ao currículo tradicional. Essa inserção no currículo pode ocorrer com uma matéria CTS pura, optativa ou obrigatória, com a introdução de problemas sociais, ambientais, éticos e culturais, por meio de manuais (LÓPEZ CERREZO, 2002).

No Brasil, esse “outro lado da ciência” é encontrado nas premissas dos parâmetros curriculares nacionais (PCN), em que a visão além dos benefícios é citada como “base conceitual para intervenções práticas que podem ser destrutivas – como na tecnologia bélica –, mas também promove valores humanos ao fornecer critérios para a percepção crítica e para a interpretação da realidade” (BRASIL, 2008a, p.34).

Na relação com a ciência, os sujeitos especificam situações de promoção da saúde, como as pesquisas com células-tronco, e da cura de doenças especialmente Aids e câncer. Há uma perspectiva de dependência com relação aos remédios e de esperança em acreditar que a ciência traga a cura para essas doenças. Essas temáticas em sala de aula poderiam incitar discussões com base na Educação CTS. Disciplinas introduzidas no sistema educativo espanhol possuem conteúdos CTS, como a Aids, em disciplinas de ciências como um eixo transversal. Funcionam como unidades curtas de CTS, como acompanhamentos ao manual do professor, de acordo com López Cerezo (2002). Para o contexto brasileiro, a Aids serviria como um tema amplo, que pode ser tratado dentro de uma vertente biológica (conceitos); social (por estar associada a práticas de comportamento e educação sexual); e política (ao ser discutida como política pública de distribuição gratuita de remédios no Brasil).

A tecnologia é vista pelas facilidades que traz ao cotidiano e também pelos aspectos negativos. Há um descompasso entre os que podem usufruir do avanço tecnológico e os que ficam à margem desse consumo. A discussão desses temas tem como objetivo transmitir uma consciência crítica e informada sobre ciência e tecnologia e mostrar limites ecológicos de desenvolvimento (LÓPEZ CERREZO, 2002). O mesmo pensamento possui Martins (2002) quando afirma que o conhecimento científico está na sociedade e tem um papel social na redução da pobreza e em práticas de desenvolvimento sustentável das gerações futuras.

Outra faceta da tecnologia está relacionada à modernização e ao desemprego. Nas entrevistas os alunos de referem à robotização e automação das indústrias. As falas contextualizam a região Nordeste do Estado de São Paulo, cuja economia é baseada na produção sucroalcooleira, cujos trabalhadores (boias-frias) das usinas estão sendo trocados pelas máquinas para o corte da cana.

De acordo com os parâmetros curriculares, os temas relativos à ciência e tecnologia devem contextualizar o atual período chamado de “terceira revolução técnico-industrial”,

iniciado a partir da década de 80, o que acarretou “inovações tecnológicas e a busca de maior precisão produtiva e de qualidade homogênea, que têm concorrido para acentuar o desemprego” (BRASIL, 2000, p.6).

Santos (2008, p. 111) discute essa possibilidade a partir do pensamento de Paulo Freire: “a perspectiva freireana traz a educação política que busca a transformação do modelo racional de ciência e tecnologia excludente para um modelo voltado para justiça e igualdade social”. O autor expõe uma proposta CTS freireana na discussão de aspectos sociocientíficos os quais envolvem a exclusão tecnológica e “o contexto de opressão, de exploração, de desigualdade que caracteriza o mundo científico e tecnológico globalizado atual”.

Os alunos, em seus depoimentos, exemplificaram os pontos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico, e as mudanças que causam em suas vidas. Essa situação é retratada com a palavra “antigamente”, quando não havia tantos remédios, máquinas e computadores. De acordo com os depoimentos, o apego aos produtos e aparatos eletrônicos toma lugar da convivência familiar e da leitura de um livro, por exemplo. Sobre essa discussão, Salomon (1993, p. 19) assume a premissa de que a ciência e a tecnologia sejam vistas sob o ponto de vista de “valores pessoais e preocupações coletivas sobre o uso da tecnologia, apropriados a uma ação democrática”. Da mesma forma que Aikhenhead (2005) apresenta a ciência de uma forma humanística, Santos (2005) aponta a valorização excessiva da autonomia individual, da igualdade civil e da “cidadania consumista”, em favor de construir uma “ciência para as pessoas”, a chamada “ciência cidadã”.

Dentre os pontos negativos atribuídos a ciência pelos alunos, são citados os interesses da ciência pela produção e pelo lucro, visualizados pela palavra “dinheiro” em suas falas. Essa discussão encaixa-se nas falas de Ziman (2000), a respeito das proposições de uma ciência industrial e autoritária, quando produz um conhecimento privado, com interesses no lucro. A busca é desfazer o mito “que ajudou a consolidar a submissão da ciência aos interesses de mercado, à busca do lucro” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.6).

A formação de um pensamento realista das consequências do desenvolvimento científico é um dos objetivos do ensino de ciências. Apesar do aperfeiçoamento do currículo escolar, nos últimos 50 anos, ainda não se conseguiu ultrapassar o ensino passivo, livresco e pautado na memorização. Nas respostas dos alunos pode-se identificar uma insatisfação e a consciência da falta de infra-estrutura, principalmente laboratórios e atividades extraclasse, condizente com Costa (2005) e Krasilchik (2005), que trazem a falta de material como um agravante para o êxito das premissas dos PCN.

A ciência relacionada a interesses extracientíficos é encontrada nas entrevistas. Os alunos mostram um posicionamento crítico e não uma atitude ingênua frente à relação ciência e sociedade. São relatados propósitos de uma ciência real, parte de uma sociedade capitalista, onde esse capital é negociado. Isto é observado nas falas dos alunos: em alguns momentos, a ciência tem interesse pelo dinheiro e não pelo apenas pelo bem-estar do homem ou pela preservação da natureza.

A dimensão social da ciência e da tecnologia foi um dos temas principais dessa pesquisa. Essa visão é essencial para que o aluno desfaça a ideia de que o cientista seja movido apenas pela curiosidade e vincule que no contexto de ação da ciência existam necessidades, pressões e julgamentos, aspectos atribuídos a Educação CTS (RÊGO; RÊGO; SOUZA, 2008).

Na Educação CTS um tema social relativo à ciência e tecnologia deveria ter sua origem na problematização de um conjunto de crenças e valores da comunidade em questão. Num país de grandes dimensões, como Brasil, as especificidades regionais e culturais deveriam ser o ponto inicial para um processo de aprendizagem. Nas palavras geradoras de Paulo Freire, os educandos encontram significado em suas vidas, suas moradas e objetos familiares, com os quais conseguem fazer uma relação e iniciar o processo de aprendizagem. Apesar das controvérsias sobre a ligação entre a pedagogia de Paulo Freire e a Educação CTS, são nas origens da educação política, contra exclusão tecnológica e o contexto de opressão e exploração, que essas vertentes podem se complementar. Em algumas falas os alunos afirmam que o ensino deveria relacionar o ambiente em que vivem. Temas relacionados à realidade brasileira são sugeridos por Santos e Mortimer (2002) criados a partir das características de nossa ecologia, contextualizada econômica e socialmente.

6.1 O que a ciência representa?

As representações sociais funcionam como um filtro que separa pensamentos e atitudes cristalizadas sob a forma de um saber coletivo. O estudo sobre a concepção de ciência reflete seu impacto “na cultura das pessoas, como ela altera suas mentes e comportamentos, por que ela se torna parte de um sistema de crenças” (MOSCOVICI; MARKOVÁ, 2003, p. 309).

Nas entrevistas, observou-se que em certos momentos a ciência torna-se um sistema de referência, os quais segundo Arruda (2002) são utilizados para “classificar pessoas e grupos e para interpretar os acontecimentos da realidade cotidiana”. As representações de ciência trazem as funções de saber (a ciência permite compreender a realidade), orientação (as descobertas da ciência guiam comportamentos e práticas), identitárias (a ciência funciona como um sistema de referência e define a identidade para situar indivíduos e grupos no campo social), e justificatórias (o conhecimento concebido pela ciência permite justificar condutas numa situação). Nas falas dos alunos, estes se valem de testemunhos a propósito de eventos recorrentes para se guiarem diante da ciência, como a citação das células-tronco ou de problemas ambientais.

Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006) investigaram as representações sociais de estudantes do ensino médio sobre ciência e tecnologia. Em sua pesquisa, os estudantes representam a ciência como explicação para o mundo e estudo da natureza, e a tecnologia é decorrente do avanço das ciências, e por meio da manipulação de objetos o homem chega a produtos que facilitam o cotidiano.

No trabalho de Nascimento-Schulze, Camargo e Wachelke (2006) aparecem algumas semelhanças com o presente estudo. As representações sociais de ciência mostram a formação de 5 classes: Estudos de assuntos específicos; Explicação do mundo e ligação com tecnologia; Descobertas para resolver problemas; Estudo da natureza; Estudo do que existe no universo; Estudos dos seres vivos. A classe “Descobertas para resolver problemas” se assemelha com a classe 4 do presente estudo, com a citação das mesmas palavras “doenças” e “curas”. Já as representações sociais de tecnologia dos mesmos autores foram agrupadas em 5 classes: Produtos da tecnologia; Formas de avanços e inovações que facilitam a vida; Manipulação de objetos pelo homem para chegar avanços e desenvolvimento; e Avanços da ciência. A semelhança se dá pela classe “Produtos da tecnologia”, com as palavras “celular”, “computador” e “máquina”, presente na classe 2 da presente pesquisa, como mostra o Quadro 13:

Ciência	Tecnologia
Estudo da vida, estudo da natureza, pesquisa, cientista, laboratório, conhecimento, descobertas, biologia, floresta, meio ambiente, universo, medicina, cura, criação, fórmulas, doenças, animais.	Trabalho, máquinas, televisão, internet, computador, informática, desenvolvimento, informação, revolução industrial, capitalismo, aparelho celular, avanço, crescimento do homem, exclusão, facilidade, praticidade.

QUADRO 14: Representações de ciência e tecnologia

Os alunos associam os benefícios da ciência à cura, remédios, pesquisas e conhecimento. Os malefícios possuem várias vertentes como conflitos, guerras, poluição e os interesses pelo lucro. O conhecimento compartilhado pelos alunos sobre o impacto da ciência e tecnologia mostra que alguns deles estão cientes de que o progresso científico acarreta no meio ambiente, podendo inclusive sofrer consequências em suas vidas (Quadro 14).

	Benefícios	Malefícios
Ciência	Tratamentos, saúde, cura, gera informação, aparelhos, pesquisa, doenças (Aids e câncer), remédio, fórmulas, conhecimento, emprego, biocombustível.	Máquina, desemprego, automação, produtos radioativos, conflitos, dinheiro, interesse, poluição, armas, guerras, bomba atômica, vício na tecnologia (internet e vídeo game), isolamento, exploração, desmatamento, faturamento, consumo, lucro, uso de cobaias.

QUADRO 15: Benefícios e malefícios da ciência

Quanto ao universo reificado e consensual percebe-se no discurso dos alunos a predominância do saber acreditado no universo reificado, de onde a ciência apresenta suas premissas e verdades a respeito da saúde, da sociedade e de outros temas. O conhecimento consensual fica em segundo plano, citado pelo indivíduo 13 quando fala que o conhecimento dos indígenas sobre ervas e de tradições não deixa de ser uma ciência.

Como pesquisa de psicologia social, observou-se que essa discussão está presente no cotidiano dos alunos, ancorada em várias situações, tendo a ciência e a tecnologia como protagonistas. São recorrentes as concepções de ciência como uma necessidade, principalmente referente à promoção do bem-estar e da saúde. A evolução da tecnologia aparece como uma mudança de paradigmas, muitas delas ainda não compreendidas.

Nesse processo de mudança, a ciência e a tecnologia deixam de ser associadas apenas ao seu potencial de criação e solução de problemas, para abarcarem significados mais críticos. Na realidade brasileira a exclusão social chega à exclusão digital, em que o acesso a tecnologia passa a ser privilégio de uma minoria. A tecnologia traz confortos e facilidades, mas também mudanças de comportamentos, principalmente entre os jovens quando trocam o convívio social pela comunicação virtual.

Os resultados desta pesquisa indicam uma representação social em construção e em transformação. Para esses sujeitos em particular, a visão da ciência foi agrupada em quatro categorias que podem ser sistematizadas nos benefícios e malefícios que a ciência e a tecnologia acarretam na saúde das pessoas, na vida em sociedade e no meio ambiente.

Os resultados se referem a um contexto específico, cuja amostra de participantes reflete um universo de duas escolas públicas localizadas em bairros distantes da região central, de uma cidade do interior do estado de São Paulo. De acordo com o conjunto das falas pode-se afirmar que esses alunos alcançam a dimensão de que a ciência faz parte de uma dinâmica social, presente em variadas situações de seu cotidiano.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o presente estudo de Educação CTS, seguiu-se as seguintes temáticas abordadas por autores da educação e do movimento CTS, questionadas nas entrevistas, ou mesmo citadas pelos alunos: dimensões sociais da ciência e da tecnologia; especificidades do ensino de ciências; mudança curricular; formação de professores; estrutura das escolas; proposta dialógica e possibilidades de participação popular.

A crítica ao ensino da ciência apresentada pelos referenciais teóricos adotados não possui a intenção de desvalorizar as práticas de ensino atuais, nem a utilização do método científico, necessário ao desenvolvimento cognitivo dos alunos. Acredita-se que o pensamento científico forneça um pensamento objetivo, claro e racional. O que se propõe é agregar uma nova forma de ver e ensinar a ciência, com seus aspectos sociais, políticos econômicos e com temáticas de seu interesse e necessidade.

As mudanças curriculares ocorridas no Brasil estão atentas à diversidade de temas e oportunidades de aprendizagem num mundo de avanços científicos e tecnológicos. Entretanto, a problemática da educação brasileira é ampla: se insere muitas vezes na própria escola, na situação social de alunos, no despreparo dos professores e na falta de estrutura de recursos básicos e para aulas extraclasse. Em jornadas duplas e triplas o professor tenta adequar seu conhecimento ao pouco tempo que lhe resta no preparo das aulas ou mesmo para atualização, por meio da formação continuada. A formação do professor deve ser revista de maneira que o prepare para trabalhar com nova visão da ciência, levando em conta sua participação no processo de construção de um currículo adequado à sua realidade. Esta ação deve ser conjunta com a valorização da profissão dos educadores na remuneração salarial e na qualidade da sua formação.

Quanto aos alunos, muitos se mostraram atentos, satisfeitos por serem ouvidos e cientes de suas limitações, bem como de suas escolas. Em várias ocasiões, os depoimentos indicaram visões críticas a respeito da ciência, da tecnologia, do desenvolvimento e dos interesses alheios ao discurso positivista e assistencialista.

A utilização das representações sociais como aparato teórico-metodológico possibilitou que fossem encontradas nas falas dos alunos considerações importantes a respeito de como eles pensam a ciência. A partir delas pode-se desenhar intervenções e atividades nas escolas, sabendo que os alunos podem conectar tais representações à atividade científica na sociedade. A investigação mostrou que os estudantes estão preparados para conhecer e

discutir mais a fundo a proposta de um conhecimento científico contextualizado socialmente.

O aparato teórico da Educação CTS pode encurtar esse caminho ao mostrar situações em que se pode levar o conhecimento para discussões mais amplas. A introdução de dimensões sociais da ciência e da tecnologia nas escolas dá ao professor oportunidade de ultrapassar a educação bancária. A proposta dialógica no ensino de ciências abre caminho para ciência fora dos laboratórios e dentro das realidades brasileiras, um ensino da diversidade e da diferença, com incertezas e riscos. A construção não é de uma nova ciência ou de uma nova maneira de ensinar, e sim do preparo para cidadania.

REFERÊNCIAS

ABRIC, J. C. A abordagem estrutural das Representações Sociais. In: MOREIRA, A.S.P.; OLIVEIRA, D.C. (Org.). **Estudos interdisciplinares de Representação Social**. Goiânia: AB, 1998. p-27-37.

ACEVEDO DÍAZ, J. A. *et al.* Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v.11, n.1, abr. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132005000100001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 5 abr. 2010.

ACEVEDO DÍAZ, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A. **El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias**. 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>>. Acesso em: 7 fev. 2010.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Educ. Quim.**, v.16, n.3, p.384-397, 2005.

AIKENHEAD, G. S. STS education: a rose by any other name. In: CROSS, R. (Ed.). **A vision for Science Education: responding to the work of Peter J. Fensham**. New York: Routledge Falmer, 2003. p. 59-75.

AIKENHEAD, G. S. What is STS Science Teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS Education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

ÁLVARO, J. L.; GARRIDO, A. **Psicología Social: perspectivas psicológicas e sociológicas**. Madrid: McGraw-Hill, 2006.

ALLAIN, J. M. **As representações sociais dos transgênicos na relação entre ciência, tecnologia e sociedade: suas implicações para a divulgação científica**. 2007. 578 f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Programa de Pós-graduação em Psicologia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

ARRUDA, A. Teoria das representações sociais e teorias de gênero. **Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas**, v. 117, p. 127-147, 2002.

AUAD, D. Mecanismos de participação popular no Brasil: plebiscito, referendo e iniciativa popular. **Revista Eletrônica Unibero de Comunicação Científica**, Edição de Setembro de 2005, set. p. 1-44, 2005.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.5, n.1, p.69-83, mar. 2003.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T. ; FENALTI, V. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **ALEXANDRIA**, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 2, p. 67-84, 2009.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e Referenciais Ligados ao Movimento CTS. In: Seminário Ibérico CTS no ensino das ciências: las relaciones CTS en la Educación Científica, 4., 2006, Málaga. **Anais...** Málaga: Universidad de Málaga, 2006. p. 1-7.

BAUER, M. A popularização da ciência como imunização cultural: a função de resistências das representações Sociais. In: GUARESCHI, P.; JOVCHELOVITCH, S. **Textos em Representações Sociais**. Petrópolis: Vozes, 1995. p.229-260.

BAUER, M.W.; ALLUM, N.; MILLER, S. What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. **Public Understanding of Science**, v. 16, n. 1, p. 79-95, 2007.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis, Ed. da UFSC, 1998.

BAZZO, W.A; von LINSINGEN, I.; PEREIRA, L.T.V. (Ed.). **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

BEN-DAVID, J. Introdução. In: **Sociologia da ciência**. GONÇALVES, N. T. (Trad.). Rio de Janeiro: FGV, 1975.

BOURDIEU, P. **Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico**. São Paulo: Ed. UNESP, 2004.

BRASIL. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Proposta curricular do Estado de São Paulo- Biologia**. Coordenação: Maria Inês Fini. São Paulo: SEE, 2008a.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Percepção pública da ciência e tecnologia**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0013/13511.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação e Cultura. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio, Parte I: Bases Legais**, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2010.

BRITO, L. D. **A disciplina biologia aplicada: sua produção no contexto das reformas curriculares nacionais do ensino médio**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

BUCCHI, M.; NERESINI, F. Science and public participation. In: HACKET, E. J. et al. (Ed.). **The handbook of science and technology studies**. Cambridge: MIT Press, 2008.

BURKE, P. **Uma história social do conhecimento: de Gutenberg à Diderot**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

CACHAPUZ, A. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. 2. ed. Trad. Raul Polillo. São Paulo: Gaia Editora, 1969. Título original: Silent Spring.

COISSI, J. Nenhuma escola de Ribeirão atinge a meta. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 26 mar. 2010. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ribeirao/ri2603201001.htm>>. Acesso em: 11 abr. 2010.

COLLINS, H. M.; EVANS, R. J. The third wave of science studies: studies of expertise and experience. **Soc. Stud. of Sciec.**, v. 32, n. 2, p. 235-96, 2002.

COSTA, G. G. **Práticas educativas no ensino de Ciências nas séries iniciais: uma análise a partir das orientações didáticas dos parâmetros curriculares nacionais**, 2005, 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

CHAMON, E. M. Q. O. Representação social da pesquisa pelos doutorandos em ciências exatas. **Est. Pesq. Psicol.**, v. 6, n. 2, p.21-33, dez. 2006.

DAGNINO, R. A construção do Espaço Ibero-americano do Conhecimento, os estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e a política científica e tecnológica. **Revista CTS**, v. 4, n. 12, p.93-114, abril de 2009.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en Ciencia, Tecnología y Sociedad em América Latina: una interpretación política de su trayectoria, **REDES**, v.3, n.7, 1996.

DUROZÓI, G; ROUSSEL, A. **Dicionário de Filosofia**. Tradução de Marina Appenzeller. Campinas, SP: Papirus, 1993

DURANT, J. Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science. **Science and Public Policy**, v. 26, n. 5, p. 313-319, 1999.

FARES, D.C.; NAVAS, A.M; MARANDINO, M. Qual a participação? um enfoque CTS sobre os modelos de comunicação pública da ciência nos museus de ciência e tecnologia. In: X REUNIÓN DE LA RED DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (RED POP - UNESCO), 10.; Y TALLER “CIENCIA, COMUNICACIÓN Y SOCIEDAD, 4., San José, Costa Rica, 2007. **Anais...** San José: UNESCO, 2007.

FARR, R. M. Representações sociais: sua teoria e sua história. In: GUARESCHI, P.; JOVCHELOVITCH, S. **Textos em Representações Sociais**. Petrópolis: Vozes, 1995. p. 31-62.

FARR, R. M. Common sense, science and social representations. **Public Understanding of Science**, v.2, n.3, p.189-204, 1993.

FERNANDES; C. S; MARQUES, C. A. Ciência, tecnologia e sociedade e a perspectiva Freireana de educação: possíveis convergências. In: VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências. Florianópolis - SC, 2009. **Anais...** Florianópolis: VII Enpec, 2009.

FONSECA, M. S. **A ênfase curricular CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade**: nos livros didáticos de Ciências no Brasil. Belo Horizonte: CEFET/MG, 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2008.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 9. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREITAS, C. Idesp: maioria fica abaixo da meta no ensino fundamental. **Agência Estado** - Estado de S. Paulo, 18 mar. 2009. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,idesp-maioria-fica-abaixo-da-meta-no-ensino-fundamental,341080.0.htm>>. Acesso em: 31 mar. 2010.

GROULX, L.H. Contribuição da pesquisa qualitativa à pesquisa social. In: POUPART, J. *et al.* **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Tradução de Ana Cristina Nasser. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. p. 95-124.

GURGEL, C. M.; MARIANO, G. E. Concepção de neutralidade e objetividade da ciência e da tecnologia na formação de professores de ciências: argumentos para a inserção da história e sociologia da ciência na construção do conhecimento científico. **R.E.B.C.T.**, v.1, n.1, jan./abr., 2008.

HOCHMAN, G. A ciência entre a comunidade e o mercado: leituras de Kuhn, Bourdieu, Latour e Knorr-Cetina. In: PORTOCARRERO, V. (Org.). **Filosofia, História e Sociologia das Ciências**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994, p. 43-66.

HURD, P.H. Science literacy: its meaning for American Schools. **Ed. Lead.**, v.16, n.1, p.13-16, 1958.

INSTITUTO GALLUP. **O que o brasileiro pensa da ciência e da tecnologia**. Rio de Janeiro: MCT; CNPq; Museu de Astronomia e Ciências Afins, 1987.

BAUER, M.W.; GASKELL, G.; ALLUM, N.C. Qualidade, quantidade e interesses do documento: evitando confusões. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Ed.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. p. 17-36.

JODELET, D. Representações sociais: um domínio em expansão. In: JODELET, D. (Org.). **As representações sociais**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2001. p.17-44.

JOVECHELOVITCH, S. Vivendo a vida com os outros: intersubjetividade, espaço público e representações sociais. In: GUARESCHI, P.; JOVCHELOVITCH, S (Org.). **Textos em representações sociais**. Petrópolis: Vozes, 1995. p.63-88.

KRONBERGER, N.; WAGNER, W. Palavras-chaves em contexto: análise estatística de textos. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Ed.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. p. 416-441.

KRASILCHIK, M. Ensino de ciências: um ponto de partida para inclusão. In: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. (Org.). **Educação científica e desenvolvimento**: o que pensam os cientistas. Brasília: UNESCO; Inst. Sangari: 2005. v. 1, p. 169-173.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo Perspec.**, São Paulo, v. 14, n. 1, mar. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-8839200000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 7 abr. 2010.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LAPO, F. R.; BUENO, B. O. Professores, desencanto com a profissão e abandono do magistério. **Cad. Pesq.**, São Paulo, n. 118, mar. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742003000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 5 abr. 2010.

LEWENSTEIN, B.V. **Models of public communication of science and technology**. Version: 16 June 2003. Disponível em: <http://www.dgdc.unam.mx/Assets/pdfs/sem_feb04.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2009.

LÓPEZ CERESO, J. A. Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, L. W. *et al.*(Org.). **Ciência, tecnologia e sociedade**: o desafio da interação. Londrina: IAPAR, 2002, p.3-39.

MAGALHÃES, S. I. R.; TENREIRO-VIEIRA, C. Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e pensamento crítico: um programa de formação de professores. **Rev. Port. de Ed.**, v. 19, n.2, p. 85-110, 2006.

MARANHÃO, T.; A.; TEIXEIRA, A. C. C. Participação no Brasil: dilemas e desafios contemporâneos. In: ALBUQUERQUE, M.C. (Org.). **Participação popular em políticas públicas**: espaço de construção da democracia brasileira.. São Paulo: Instituto Pólis, 2006. p.109-119.

MARTINS, I. P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Rev. Elec. de Ens. de las Cienc.**, v.l. n.1, p.28-39, 2002.

MATTEDI, M. **Sociologia e conhecimento**: introdução à abordagem sociológica do conhecimento. Chapecó: Argos, 2006.

MENESTRINA, T; BAZZO, W. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e prática pedagógica: representações sociais dos docentes de engenharia. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Set. 2006. **Anais...** Passo Fundo: XXXIV COBENGE, 2006.

MERTON, R. K. Os imperativos institucionais da Ciência. In: DEUS, J.D. **A crítica da Ciência: sociologia e ideologia da Ciência**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974. p.37-52.

MILLER, J.D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, v.112, n.2, p.29-48, 1983.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec; Brasco, 2004.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MIRANDA, E. M. **Estudo das concepções de professores na área de ciências naturais sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade**. São Carlos: UFSCar, 2008. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós- Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos, 2008.

MOSCOVICI, S. **A representação social da Psicanálise**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

MOSCOVICI, S. Prefácio. In: GUARESCHI, P.; JOVCHELOVITCH, S. **Textos em representações sociais**. Petrópolis: Vozes, 1995. p.7-16.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. Petrópolis: Vozes, 2003.

MOSCOVICI, S.; MARKOVA, I. Ideias e seu desenvolvimento: um diálogo entre Serge Moscovici e Ivana Markova. In: MOSCOVICI, S. (Org.). **Representações sociais: investigações em psicologia social**. Petrópolis: Vozes, 2003, p. 305-387.

NASCIMENTO, A. R. A.; MENANDRO, P. R. M. Análise lexical e análise de conteúdo: uma proposta de utilização conjugada. **Est. pesqui. psicol.**, v.6, n.2, p.72-8, dez. 2006.

NASCIMENTO, T.G.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, Toluca, v. 13, p. 95-116, 2006.

NASCIMENTO, V. F. **A CTS na prática pedagógica do professor de ciências: o hiato entre a formação e o cotidiano da sala de aula.** Fortaleza: UECE, 2007. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará, 2007.

NASCIMENTO-SCHULZE, C.M.; CAMARGO, B.; WACHELKE, J. Alfabetização científica e representações sociais de estudantes de ensino médio sobre ciência e tecnologia. **Arq. bras. psicol.**, v.58, n.2, p.24-37, dez. 2006.

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. **OEI**, 2009. Disponível em: <<http://www.oei.es>>. Acesso em: 15 dez. 2009.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciênc. & Ed.**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Rev. CTS**, v.2, n 6, p. 173-194, 2005.

PROGRAMA Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/internacional/pisa/PISA2006_Resultados_internacionais_resumo.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2009.

RÊGO, R.M.; RÊGO, R.G.; SOUZA, C.M. O cotidiano no ensino de ciências: uma abordagem CTS. In: SOUZA, C.M.; HAYASHI, M.C.P.I. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: enfoques teóricos e aplicados.** São Carlos: Pedro e João Editores, 2008, p.113-138.

REINERT, M. **Alceste.** Toulouse: Societé IMAGE, 1998. Version 4.0 – Windows. Manual.

SÁ, C. P. **Núcleo central das representações sociais.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1996.

SABBATINI, M. Novos modelos da percepção pública da ciência e da tecnologia: do modelo contextual de comunicação científica aos processos de participação social. XXVII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 2004. **Anais...** Intercom: Porto Alegre, 2004.

SALOMON, J. **Teaching science, technology and society**. Buckingham: Open University Press, 1993.

SANTOS, B. S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 1989.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

SANTOS, L.W.; ICHIKAWA, E. Y. CTS e a participação pública na ciência. In: SANTOS, L.W. et al (Org.). **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da integração**. Londrina: IAPAR, 2002. p. 239-271.

SANTOS, M. E. V. M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS: Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Rev. CTS**, n. 6, v. 2, p. 137-157, 2005.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alex. Rev. de Ed. em Ciênc. e Tec.**, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Rev. Bras. de Ed.**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SANTOS, W. L. P. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Quím. Nov.**, São Paulo, v. 29, n. 3, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000300034&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22 ago. 2010.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2, p.1-23, dez 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciênc. & Ed.**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Proposta curricular do Estado de São Paulo: Biologia**. Coordenação de Maria Inês Fini. São Paulo: SEE, 2008a.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Revista São Paulo faz escola**: edição especial da proposta curricular, 2008b.

SEPKA, F. A. **Recepção, transmissão e processamento de dados**: aplicação de uma sequência didática no ensino médio de física, estrutura sob a perspectiva CTS. Florianópolis: UFSC, 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SHINN, T; RAGOUET, P. **Controvérsias sobre a ciência**: por uma sociologia transversalista da atividade científica. São Paulo: Associação Filosófica Scientia Studia; Editora 34, 2008.

SILVA, C.C.; GASTAL, M.L. Ensinando ciências e a respeito das ciências. IN: PAVÃO, A.C.; FREITAS, D. (Org.). **Quanta ciência há no ensino de Ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2008. p.35-43.

SILVA, F.D.A. **Método científico e prática docente**: as representações sociais de professores de ciências do ensino fundamental. UFU/MG, 2007. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

SILVA, P. S.; KRASILSHIK, M. Percepções dos alunos de ensino médio sobre questões bioéticas. Enseñanza de las Ciencias, 2005. Número extra. **Anais...VII Congreso**, 2005

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica. São Paulo: EDUSP, 1995.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, n. 25, p.5-17, abr. 2004.

TEIXEIRA, A. C.; DAGNINO, E.; SILVA, C. C. A. La constitución de la sociedad civil en Brasil”. In: DAGNINO, E, (Org.), **Sociedad civil, espacios públicos y democratización**: Brasil. México: Fondo de Cultura Económica, 2002. p. 21-76.

VACCAREZZA, L. S. Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na América Latina. In: SANTOS, L. W. *et al.*(Orgs.). **Ciência, tecnologia e sociedade**: o desafio da interação. Londrina: IAPAR, 2002, p. 43-77.

VOGT, C. Percepção pública da ciência: uma revisão metodológica e resultados para São Paulo. In: FAPESP. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **Indicadores de**

ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <[Http://Www.Fapesp.Br/Indicadores2004/Volume1/Cap12_Vol1.Pdf](http://www.fapesp.br/indicadores2004/volume1/cap12_vol1.pdf)>. Acesso em: 11 maio 2009.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciênc. & Ens.**, UNICAMP, v. 1, p. 1-16, 2007.

VON LINSINGEN, I. A educação tecnológica numa perspectiva CTS: convergências curriculares. **Rev. de Ens. de Eng.**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 21-30, 2003.

WAGNER, W. Sóciogênese e características das representações sociais. In: MOREIRA, A.S.P; OLIVEIRA, D.C. **Est. Interdisc. de Rep. Soc.**. Goiânia: AB, 1998. p. 3-25.

ZAUTH, G.; OGATA, M.N. Em nome da ciência: participação popular e educação CTS. III Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade, 2009, Curitiba. **Anais...** III Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade. Curitiba: Editora UTFPR, 2009.

ZAUTH, G.; OGATA, M.N.; HAYASHI, M. C. P. I. Um breve panorama sobre a Educação CTS no Brasil. In: HOFFMANN, W. A. M (Org.). **Ciência, Tecnologia e Sociedade: perspectivas de construções teóricas e práticas**. São Carlos: EDUFSCar, 2010. No Prelo.

ZEIDLER, D. L et al. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Scienc. Ed.**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

ZIMAN, J. M. **Conhecimento público**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.

ZIMAN, J. M. **O conhecimento confiável**: uma exploração dos fundamentos para a crença na ciência. Campinas, SP: Papyrus, 1996.

ZIMAN, J. M. **Real Science**: what it is and what it means. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

ZIMMERMANN, E.; EVANGELISTA, P. Pedagogos e o ensino de Física nas séries iniciais do ensino fundamental. **Cad. Bras. Ens. de Fís.**, v. 24, n. 2: p. 261-280, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.journal.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1092/12756>>. Acesso em: 22 Ago. 2010.

ANEXO

Questões norteadoras

Escola:

Série:

1. O que é CIÊNCIA para você?
2. O que é TECNOLOGIA para você?
3. Cite algum conhecimento científico que você considera ser importante na sua vida.
4. Existe relação entre CIÊNCIA e SOCIEDADE? Se sim, qual (is)?
5. O que você espera da CIÊNCIA?
6. Você se sente preparado para participar de alguma decisão referente a um assunto científico?
7. Para você, que benefícios a CIÊNCIA pode trazer? E ela pode trazer malefícios? Se sim, qual (is)?
8. Se você fosse um pesquisador o que estudaria? Por quê?

APÊNDICE

Aprovação Comitê de Ética em Seres Humanos da Universidade de São Carlos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676
Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
Fax: (016) 3361.3176
CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil
propg@power.ufscar.br - <http://www.propg.ufscar.br/>

CAAE 2294.0.000.135-09

Título do Projeto: DIMENSÕES SOCIAIS DE CIÊNCIA: representações sociais de alunos de escolas públicas de um município paulista

Classificação: Grupo III

Procedência: Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Pesquisadores (as): Gabriela Zauith Leite Lopes, Márcia Niituma Ogata (orientadora)

Processo nº.: 23112.002445/2009-02

Parecer Nº. 331/2009

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:


As pendências apontadas no Parecer nº. 272/2009, de 30 de julho, foram satisfatoriamente resolvidas.

O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 4 de setembro de 2009.


Prof.ª Dra. Cristina Paiva de Sousa
Coordenadora do CEP/UFSCar