

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

**Estudo das concepções de professores da área de Ciências
Naturais sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e
Sociedade**

Elisangela Matias Miranda

São Carlos
2008

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

**Estudo das concepções de professores da área de Ciências
Naturais sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e
Sociedade**

Elisangela Matias Miranda

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências e Matemática
Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Denise de Freitas

São Carlos
2008

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

M672ec	<p>Miranda, Elisangela Matias. Estudo das concepções de professores da área de ciências naturais sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade / Elisangela Matias Miranda. -- São Carlos : UFSCar, 2008. 137 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2008.</p> <p>1. Professores - formação. 2. Movimento CTS. 3. Ciência e tecnologia – aspectos sociais. 4. Inovação curricular. 5. Questionário VOSTS. 6. Entrevista semi-estruturada. I. Título.</p> <p>CDD: 370.71 (20^a)</p>
--------	---

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação intitulada “Estudo das concepções de professores da área de Ciências Naturais sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade”, defendida por ELISANGELA MATIAS MIRANDA e aprovada pela Banca examinadora em 03/03/2008.

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Denise de Freitas

Prof. Dr. Henrique César da Silva

Profª Drª Alice Helena Campos Pierson

Denise de Freitas

Henrique César da Silva

Alice Helena Campos Pierson

São Carlos, 3 de março de 2008.

Aos meus pais, a quem tudo devo pelo incentivo constante aos estudos e amor incondicional.

Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora, a professora Dra. Denise de Freitas, a sua dedicação, orientação, paciência, compreensão, inteligência e erudição, com as quais me acompanhou nesta jornada pelo saber, me incentivando com sua amizade e palavras de ânimo.

Aos professores Dra. Alice Helena Campos Pierson e Dr. Henrique César da Silva as valiosas sugestões e observações no exame de qualificação e de defesa, as quais me possibilitaram novas reflexões.

À professora Dra. Nelma Regina Seginni Bossolan, que colaborou muito para que esta pesquisa fosse realizada.

A todos os professores e pesquisadores que participaram desta pesquisa.

A todas as colegas e amigas do grupo de estudos a amizade, o convívio caloroso e o compartilhamento de seus conhecimentos, em especial a Ariane, Carmen, Célia, Gislaine, Graça, Malu, Márcia e Mariana.

A amizade demonstrada pelos colegas, professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Educação.

À minha irmã Análie Francine a amizade e incentivo.

Ao meu namorado Alexandre Mesquita o amor, amizade, paciência, apoio e companheirismo, atitudes que sempre me fortaleceram.

Sou extremamente grata a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

À FAPESP e à CAPES pelo apoio financeiro.

Meu muito obrigada.

À FAPESP e à CAPES agradeço o apoio financeiro.

RESUMO

O presente estudo investigou as concepções sobre as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade de um grupo de professores que atuam na área de Ciências (ensino fundamental) e na área de Biologia (ensino médio) em escolas públicas (rede municipal e estadual de ensino) no município de São Carlos. A relevância deste estudo assenta-se no fato de que, atualmente, a Ciência e a Tecnologia, com seus desenvolvimentos e influências nas dimensões humana, social, cultural e econômica, passaram a constituir objetos de debates sobre suas naturezas, suas potencialidades e seus limites, em função, entre outros fatores, de seus impactos em relação ao bem-estar da sociedade. Nesse sentido, considera-se que a compreensão da Natureza da Ciência e das interações CTS por parte de alunos e professores é um dos aspectos essenciais da alfabetização científica, indispensável à avaliação crítica e responsável das políticas científicas e tecnológicas. Nesta investigação, utilizou-se uma abordagem qualitativa e, como métodos de coleta de dados, aplicou-se a um grupo de professores de Ciências Naturais do ensino fundamental e médio o questionário VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*) e realizaram-se entrevistas semi-estruturadas baseadas nesse questionário. A princípio, construiu-se uma versão abreviada e adaptada do questionário VOSTS, mas posteriormente, para a sua análise, optou-se em realizar a categorização das respostas em realista, plausível e simplista com o parecer de professores/pesquisadores das áreas de Ciências Humanas, Naturais e Exatas. As análises dos dados permitiram constatar que os professores possuem preocupações que vão além da implementação da perspectiva de ensino CTS, pois suas inquietações estendem-se para questões educacionais mais amplas, tais como a progressão continuada, a redução do número de aulas de ciência e biologia e o papel da escola na sociedade. Os resultados também evidenciam que os professores participantes deste estudo possuem algumas concepções incompatíveis sobre as interações CTS, destacando-se entre elas a compreensão de que a Tecnologia é uma aplicação da Ciência; a Ciência é um conjunto de informações, observações e experimentações; a Ciência é uma técnica para a resolução de problemas práticos; a Ciência é algo indefinível; todo conhecimento tecnológico se constitui em uma descoberta científica.

Palavras-chave: formação de professores, interações CTS, concepções sobre as interações CTS de professores de Ciências Naturais, questionário VOSTS, entrevista semi-estruturada.

ABSTRACT

The current study is intended to investigate the conceptions of a group of Science (elementary) and Biology (high school) teachers who work in public schools (municipal and state) in the city of São Carlos about the Science, Technology and Society (STS) interactions. The relevance of this study lies on the fact that in the present world Science and Technology, with their developments and influences in the human, social, cultural and economical dimensions, have turned to be objects of debates regarding their potentialities, natures and limits, due to many factors, including their impacts on the well-being of society. So, it's considered that the understanding of the nature of science and STS interactions by both the teachers and the students is one of the essential aspects of the scientific literacy, indispensable to a critical and responsible evaluation of the scientific and technological policies. In this study, a qualitative approach has been used to interpret the data collected. The data was obtained by means of the application of, the VOSTS (Views on Science-Technology-Society) questionnaire to a group of elementary and high school Natural Science teachers. They were also submitted to a semi-structured interview with questions based on the VOSTS. The VOSTS questionnaire was applied in an abridged and adapted version. The answers of this version were categorized as realist, plausible and simplistic by Human, Natural and Exact Sciences researchers/professors. The results also show that the participating teachers of this study have some misconceptions about the STS interactions, including these ones: Technology is Science application; Science is a group of information; experiments and observations; Science is a technique for practical problem solving; Science is indefinable; every technological knowledge constitutes itself a single scientific discovery.

Keywords: teacher education, STS interactions, conceptions of Natural Science teachers about STS interactions, VOSTS questionnaire, semi-structured interview.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A essência da perspectiva de ensino CTS.....	24
Figura 2 - Esquemas de cinco modelos de relações entre Ciência e Tecnologia	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da categorização da questão 1 relativa à sub-dimensão – definição de Ciência.	69
Tabela 2 - Resultados da categorização da questão 2 relativa à sub-dimensão – definição de Tecnologia.....	70
Tabela 3 - Resultados da categorização da questão 3 relativa à sub-dimensão – interdependência da Ciência e da Tecnologia.....	70
Tabela 4 - Resultados da categorização da questão 4 relativa à sub-dimensão – ética.	70
Tabela 5 - Resultados da categorização da questão 5 relativa à sub-dimensão – instituições educativas.	71
Tabela 6 - Resultados da categorização da questão 6 relativa à sub-dimensão - responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos.....	71
Tabela 7 - Resultados da categorização da questão 7 relativa à sub-dimensão - criação de problemas sociais.....	72
Tabela 8 - Resultados da categorização da questão 8 relativa à sub-dimensão - resolução de problemas sociais e práticos.	72
Tabela 9 - Resultados da categorização da questão 9 relativa à sub-dimensão - contribuição para o bem-estar econômico.	73
Tabela 10 - Resultados da categorização da questão 10 relativa à sub-dimensão - contribuição para o pensamento social.	73
Tabela 11 - Resultados da categorização da questão 11 relativa à sub-dimensão - motivação pessoal dos cientistas.	74
Tabela 12 - Resultados da categorização da questão 12 relativa à sub-dimensão - ideologias dos cientistas.....	74
Tabela 13 - Resultados da categorização da questão 13 relativa à sub-dimensão - decisões dos cientistas.....	75
Tabela 14 - Resultados da categorização da questão 14 relativa à sub-dimensão - decisões tecnológicas.....	75
Tabela 15 - Resultados da categorização da questão 15 relativa à sub-dimensão - aproximação científica para investigações.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.0 – Concepções deformadas sobre a Natureza da Ciência.....	15
Quadro 1.1 - Características de uma pessoa científica e tecnologicamente alfabetizada.....	20
Quadro 1.2 – Estrutura conceitual para a alfabetização científica e tecnológica.....	21
Quadro 1.3 – Principais características de um programa CTS.....	25
Quadro 1.4 - Categorias dos conteúdos CTS	27
Quadro 1.5 – Abordagens possíveis para a perspectiva de ensino CTS.....	29
Quadro 2.1 – Dados sobre a formação e a atuação profissional dos professores.....	52
Quadro 2.2 - Exemplo de questão do questionário.....	55
Quadro 2.3 - Esquema conceitual do questionário VOSTS.....	56
Quadro 3.1 – Respostas para a questão 1	77
Quadro 3.2 – Respostas para a questão 2.....	77
Quadro 3.3 – Respostas para a questão 3.....	78
Quadro 3.4 – Respostas para a questão 4.....	78
Quadro 3.5 – Respostas para a questão 5.....	79
Quadro 3.6 – Respostas para a questão 6.....	79
Quadro 3.7 – Respostas para a questão 7.....	79
Quadro 3.8 – Respostas para a questão 8.....	80
Quadro 3.9 – Respostas para a questão 9.....	80
Quadro 3.10 – Respostas para a questão 10.....	81
Quadro 3.11 – Respostas para a questão 11.....	81
Quadro 3.12 – Respostas para a questão 12.....	82
Quadro 3.13 – Respostas para a questão 13.....	82
Quadro 3.14 – Respostas para a questão 14.....	83
Quadro 3.15 – Respostas para a questão 15.....	83

SUMÁRIO

Resumo	6
Abstract	7
Lista de Figuras	8
Lista de Tabelas	8
Lista de Quadros	9
Introdução	11
Capítulo I - Fundamentação teórica	18
1.1 - Alfabetização científica	18
1.2 – Perspectiva de ensino CTS	23
1.3 – Natureza da Ciência	33
1.4 – Natureza da Tecnologia	41
1.5 – Interação Ciência-Tecnologia	45
1.6 – Revisão de pesquisas referentes a concepções sobre a Natureza da Ciência	48
Capítulo II – Metodologia	52
2.1 – Caracterização dos participantes	52
2.2 - Procedimentos e instrumentos para a coleta de dados	53
2.2.1 – Questionário VOSTS	53
2.2.1.1 – Caracterização do questionário VOSTS	53
2.2.1.2 – Validação do questionário VOSTS	57
2.2.1.3 – Categorização do questionário VOSTS	58
2.2.1.4 – Aplicação do questionário VOSTS	61
2.3 – Características da entrevista semi-estruturada	61
2.3.1 – Realização da entrevista semi-estruturada	62
2.4 – Análise dos dados	63
2.4.1 – Análise das respostas ao questionário VOSTS	63
2.4.2 – Análise das entrevistas	63
Capítulo III – Apresentação e interpretação dos resultados	65
3.1 – Aspectos gerais	65
3.2 - Apresentação dos resultados	65
3.2.1 – Resultados da categorização do questionário VOSTS	65
3.3 – Apresentação e análise dos resultados do questionário VOSTS	76
3.4 – Uma interpretação possível dos resultados do questionário VOSTS	84
3.5 – Apresentação e interpretação dos resultados das entrevistas	92
3.5.1 – A professora Vanda	92
3.5.1.1 – Uma interpretação possível	94
3.5.2 – O professor Sílvio	97
3.5.2.1 – Uma interpretação possível	99
3.5.3 – A professora Marlene	102
3.5.3.1 – Uma interpretação possível	104
3.5.4 – O professor Maurício	107
3.5.4.1 – Uma interpretação possível	109
Considerações finais	112
Referências Bibliográficas	116
Apêndice A: Questionário VOSTS	127
Apêndice B: Roteiro da entrevista semi-estruturada	135
Apêndice C: Dados gerais dos professores/pesquisadores	136

Introdução

No mundo atual, a Ciência e a Tecnologia, com seus desenvolvimentos e influências nas dimensões humana, social, cultural e econômica, passaram a constituir objetos de debates sobre suas naturezas, suas potencialidades e seus limites, em função, entre outros fatores, de seus impactos em relação ao bem-estar da sociedade.

Como diz Santos (2003, p. 17), “o conhecimento científico é hoje a forma oficialmente privilegiada de conhecimento e sua importância para a vida das sociedades contemporâneas não oferece contestação”. Embora os debates relativos à Ciência e à Tecnologia tenham permanecido restritos por longos períodos aos cientistas, tecnólogos, filósofos e políticos, entre outros especialistas de várias áreas, hoje torna-se cada vez mais necessário que a sociedade, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, possa também ter condições de avaliar e tomar decisões sobre fatos e conseqüências que venham a afetar diretamente suas vidas (SANTOS, 2003; PRAIA e CACHAPUZ, 2005).

Desse modo, infere-se que, dada a necessidade premente de educar para a formação cidadã, juntamente com a conquista da alfabetização científica e tecnológica, a Ciência e a Tecnologia, enquanto campos de conhecimento, além de fazerem parte do discurso acadêmico, devem ser vistas como um evento público de construção social. Nesse sentido, os estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) têm mostrado que mesmo

as ciências modernas são o resultado emergente e situado da interseção e articulação dinâmica de atores humanos, entidades vivas não humanas, matérias de vários tipos, instrumentos, competências diversas, recursos institucionais e financeiros. Por construção entende-se o processo através do qual elementos ou entidades heterogêneos (atores humanos, outros seres vivos, instrumentos, matérias, recursos institucionais, competências, tecnologias) são articulados de modo a dar origem a algo que não existia antes, e que não se limita a uma simples soma de elementos previamente existentes (NUNES, 2003, p. 67).

A importância mundialmente concedida à educação científica torna-se evidente na discussão ocorrida por ocasião da Conferência Mundial sobre Ciência, em Santo Domingo (1999), e na Declaração sobre Ciência e a Utilização do Conhecimento Científico, em Budapeste (1999), quando declaram que:

É indispensável aprimorar os conhecimentos e as análises e contribuir para a harmonização da complexa inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade. As democracias devem valorizar o desenvolvimento da C&T e prestar-lhes vigoroso apoio, como fonte de progresso social e enriquecimento cultural. (...) Todos os níveis do governo e do setor privado devem dar maior apoio à construção de uma capacidade científica e tecnológica adequada e uniformemente distribuída, através da educação apropriada e programas de pesquisa, como base indispensável para o

desenvolvimento saudável em termos econômicos, sociais, culturais e ambientais. (...) A educação em ciência em sentido amplo, sem distinção e abrangendo todos os níveis e modalidades, é um requisito fundamental da democracia e também do desenvolvimento sustentável. (...) Mais do que nunca, é necessário desenvolver e expandir a informação científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, como também a capacidade e as técnicas de raciocínio e a apreciação dos valores éticos, de modo a ampliar a participação pública nos processos decisórios relacionados à aplicação de novos conhecimentos. (...) Os professores de ciências de todos os níveis do ensino, bem como o pessoal engajado em educação científica informal, devem ter acesso a uma atualização contínua de seus conhecimentos para o melhor desempenho possível de suas tarefas educacionais (UNESCO, 2003, p. 13, 33, 34 e 56).

O ensino de Ciências necessita, portanto, proporcionar aos estudantes situações teóricas e práticas que possibilitem observar, analisar, refletir, questionar e explicar os fenômenos naturais a fim de que construam os conhecimentos necessários à interpretação, entendimento e criticidade do desenvolvimento científico e tecnológico. Dessa forma, torna-se possível requerer o direito do acesso à informação, da disponibilidade de tempo e de meios para participar de discussões públicas sobre questões científicas e tecnológicas, assim como igualdade de tratamento de opiniões (PINHEIRO et al., 2007). Nesse sentido, segundo Santos (2005, p. 145), “a construção de uma cidadania cultural, crítica e ativa demanda, como estratégia epistemológica, ancorar os conhecimentos sobre Ciência em perspectivas CTS eticamente orientadas”, pois esta supostamente permite potencializar o desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente os benefícios e os riscos potenciais dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos. De certo modo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) propõem que seja levado para a sala de aula o debate sobre as relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Mostrar a Ciência como elaboração humana para uma compreensão do mundo e como meio para promover transformações (...). Seus conceitos e procedimentos podem contribuir para o questionamento do que se vê e se ouve, para interpretar os fenômenos da Natureza, para compreender como a sociedade nela intervém utilizando seus recursos e criando um novo meio social e tecnológico. É importante que se supere a postura que apresenta o ensino de Ciências como sinônimo da mera descrição de suas teorias e experiências, sem refletir sobre seus aspectos éticos, culturais e de suas relações com o mundo do trabalho (...). Na educação contemporânea, o ensino de Ciências Naturais é uma das áreas em que se pode contribuir para uma reconstrução da relação ser humano/Natureza em outros termos. A idéia de que o aprendizado deva estar centrado no fazer e no pensar ativo e crítico do aluno tem também essa dimensão de desenvolver uma consciência social e planetária (BRASIL, 1997, p. 6).

A compreensão adequada da Natureza da Ciência por parte de alunos e professores tem sido identificada como um dos aspectos essenciais da alfabetização científica, indispensável à avaliação crítica e responsável das políticas e das propostas científicas e tecnológicas. Lederman (2007) considera que, em uma sociedade científica e

tecnologicamente avançada, o exercício da cidadania e da democracia só será possível por meio da compreensão do empreendimento científico e das suas interações com a Tecnologia e a Sociedade, o que possivelmente possibilitará que qualquer cidadão reconheça o que está envolvido em uma disputa sociocientífica e possa participar de discussões, debates e processos decisórios.

Lederman (2007), em revisões extensas na literatura abrangendo pesquisas acerca das concepções de alunos e de professores sobre a Natureza da Ciência, constatou que:

- todos os trabalhos mostram claramente a relação entre as concepções dos professores sobre a Natureza da Ciência e o ensino e aprendizagem das Ciências;
- a maioria das investigações relata que os professores de Ciências possuem concepções positivistas (crêem em uma Ciência neutra, objetiva, lógica, empírica, etc.);
- a ausência de reflexão prévia sobre a Natureza da Ciência faz com que os professores apresentem concepções imprecisas e por vezes incoerentes sobre como se produz o conhecimento científico; porém, essas concepções não podem ser consideradas como associadas a um modo consciente e a uma determinada orientação filosófica;
- cursos voltados para melhorar as concepções dos professores sobre a Natureza da Ciência que obtiveram algum sucesso trabalharam com os aspectos históricos do conhecimento científico ou explicitamente com a Natureza da Ciência;
- a maior parte das investigações emprega questionário escrito, o que pode ter gerado discrepância nas interpretações das questões por parte de quem responde. Recomenda-se, portanto, o uso de outras metodologias que ajudem a aprofundar esse tema, tais como entrevistas, observações, etc.

Outros estudos também evidenciam que os professores de Ciências, incluindo os brasileiros (AULER e DELIZOICOV, 1999 e 2006), possuem concepções inadequadas sobre a Natureza da Ciência ao serem confrontadas com concepções contemporâneas do empreendimento científico (LERDERMAN, 1992 e 2007; RUBBA e HARKNESS, 1993; CACHAPUZ et al., 2005, FERNÁNDEZ et al., 2002; GIL-PÉREZ et al., 2001). A imagem da Ciência e da comunidade científica é apresentada como desligada dos problemas reais do mundo, demasiado tecnicista, especializada e elitista, só acessível a privilegiados detentores do saber, existindo um desconhecimento das interações CTS.

Nesses trabalhos, é possível observar que se utilizam vocábulos diferentes, tais como: atitudes, crenças, opiniões, visões, concepções e conhecimentos. Contudo, neste trabalho, adota-se o termo concepções por este representar, segundo Garcia-Milà (2004), construções pessoais, formadas de maneira espontânea, fruto da interação diária dos

indivíduos no mundo. Nesse sentido, apresentam inconsistências em relação às explicações científicas e com frequência mantêm-se ao longo da vida independentemente do grau de escolarização.

Os estudos realizados por Cachapuz et al. (2005), Fernández et al. (2002) e Gil-Pérez et al. (2001) apontam para o domínio de uma combinação de concepções ou visões sobre a Natureza da Ciência como expressão de uma imagem global ingênua da Ciência que muitas vezes é socialmente aceita (quadro 1.6), revelando que o ensino de Ciências transmite, por ação e omissão, várias concepções deformadas da Natureza da Ciência.

- **Concepção empírico-indutivista e ateórica** da Ciência destaca o papel da observação e da experimentação como atividades neutras (não contaminadas por idéias prévias), ignorando o papel essencial das hipóteses e das teorias como elementos orientadores do processo investigativo, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo. Apesar da importância dada à observação e à experiência, o ensino é puramente livresco, sem trabalho experimental. Isso pode ser causado pela pouca familiarização dos professores com a dimensão tecnológica e reforça as visões simplistas sobre as relações entre a Ciência e a Tecnologia.

- **Concepção rígida** da atividade científica, ou seja, uma concepção da Ciência como um processo algorítmico, preciso e infalível envolvendo um “método científico” com uma seqüência rígida de etapas a ser seguida mecanicamente e que valoriza o tratamento quantitativo e o controle rigoroso, ignorando o papel da criatividade, da invenção e da dúvida na construção do conhecimento científico. No ensino, essa concepção é evidenciada quando o conhecimento científico é transmitido de forma acabada, sem reflexão sobre as limitações desse suposto “método científico”, ou quando o professor adota o relativismo extremo, tanto metodológico (não há metodologias específicas no trabalho científico) como conceptual (não há uma realidade objetiva que permita assegurar a validade das construções científicas: a única base em que se apóia o conhecimento é o consenso da comunidade de pesquisadores nesse campo).

- **Concepção aproblemática e anistórica** da Ciência (portanto, dogmática e fechada), que se preocupa exclusivamente com a transmissão de conhecimentos já estabelecidos, ignora os problemas e as dificuldades que estiveram na sua gênese, bem como as limitações do conhecimento científico atual ou as perspectivas abertas. Trata-se de uma concepção que o ensino da ciência reforça por omissão. De fato, os professores de ciências frequentemente não fazem referência aos problemas que estão na origem da construção de tais conhecimentos, o que dificulta a compreensão da racionalidade do processo científico e faz com que os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias.

- **Concepção exclusivamente analítica**, que apresenta o conhecimento científico de forma compartimentada e simplificada, ignorando o caráter interdisciplinar da Ciência e os processos de unificação e de construção de associações coerentes de conhecimento, cada vez mais abrangentes, como característica fundamental da evolução do conhecimento científico.

- **Concepção meramente cumulativa** do desenvolvimento científico, que o descreve como um processo linear de simples acumulação de conhecimentos, ignorando as crises, os confrontos, as controvérsias e as reformulações profundas que estiveram na constituição desse mesmo conhecimento. Essa concepção é uma interpretação simplista da evolução dos

conhecimentos científicos ao longo do tempo, como fruto do conjunto de investigações realizadas em determinado campo. No ensino, essa concepção é divulgada quando as teorias hoje aceitas são apresentadas sem ser mencionado o processo de seu estabelecimento, não se referindo às freqüentes confrontações entre teorias opostas, às controvérsias científicas, nem aos complexos processos de mudança.

- **Concepção individualista e elitista** da Ciência, segundo a qual o conhecimento científico resulta da obra de cientistas geniais isolados, sendo ignorada a importância do trabalho intra e interequipes de pesquisa na construção desse conhecimento. Em particular, faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria. No ensino, freqüentemente é transmitido que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente masculina). Não se faz um esforço para tornar a ciência acessível (começando com tratamentos qualitativos, significativos), nem para mostrar o seu caráter de construção humana, no qual não faltam hesitações nem erros, situações semelhantes às dos próprios alunos.

- **Concepção descontextualizada** e socialmente neutra da atividade científica, que ignora ou aborda apenas superficialmente as relações complexas entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e as implicações sociais, econômicas, políticas, éticas, morais e ambientais do conhecimento científico e tecnológico.

Quadro 1.0 – Concepções deformadas sobre a Natureza da Ciência.

Para Cachapuz et al. (2005), essas concepções sobre a Natureza da Ciência são comuns, pois em geral poucos cursos de licenciatura possuem em seus currículos disciplinas que possibilitem a oportunidade de refletir e de aprender sobre o funcionamento da Ciência. Tais concepções inadequadas também podem ser geradas de maneira implícita a partir de suas próprias experiências de aprendizagem, reforçadas por representações (imagens estereotipadas, mitos) transmitidas freqüentemente pelos livros didáticos e pela divulgação científica realizada pelos meios de comunicação. Conseqüentemente, os professores tendem a subvalorizar a Natureza da Ciência na sua prática de ensino, limitando-se a transpor os modelos de trabalho dos seus formadores, marcados pelo domínio da dimensão pedagógica e pela desvalorização ou inexistência de reflexão epistemológica consciente sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia (ACEVEDO et al., 2002).

Para Abd-el-Khalick e Lederman (2000, p. 670), diversas variáveis podem interferir para que os professores não transmitam suas concepções sobre a Natureza da Ciência em suas aulas. Essas variáveis se relacionariam à pressão que o professor recebe ao precisar dar conta de todo o conteúdo, administrar a sala de aula e os princípios organizacionais, bem como a experiência pedagógica, o que possivelmente pode constranger a transmissão de suas concepções sobre a Natureza da Ciência em sua prática de ensino. Os autores também assinalam que “é seguro assumir que os professores não podem ensinar o que eles possivelmente não entendam”. Observa-se ainda que, apesar de a maior parte dos

currículos CTS salientar a necessidade de o ensino difundir determinadas idéias sobre a Natureza da Ciência que possibilitaram a alfabetização científica e tecnológica dos alunos, as pesquisas relatam que tanto as concepções como as suas práticas estão, freqüentemente, em desacordo com essas indicações e estão diretamente relacionadas ao insucesso, em âmbito internacional, da implementação de currículos pautados na perspectiva de ensino CTS nas aulas de Ciência (LEDERMAN, 2007).

Canavarro (2000), realizando uma revisão sobre pesquisas referentes à avaliação das concepções de professores sobre a Natureza da Ciência, verificou que os resultados de estudos sobre a eficácia dos programas curriculares elaborados para melhorar as concepções dos estudantes sobre a Natureza da Ciência foram contraditórios, pois mostraram simultaneamente resultados positivos ou efeitos nulos, isto é, a variável programática ou curricular não foi a principal responsável pelas mudanças das concepções dos estudantes. Desse modo, torna-se necessário encontrar outras variáveis explicativas. Entre elas, o autor destaca a relação entre a prática pedagógica, as concepções de Natureza da Ciência dos professores e as concepções dos estudantes, de modo que as concepções dos professores podem constituir um mediador importante entre estes e os seus alunos, na medida em que podem afetar a forma como os conhecimentos e os fatos científicos são ensinados. Nesse sentido, é importante retomar o estudo das concepções sobre a Natureza da Ciência de professores, pois sua compreensão sobre o tema pode guardar alguma relação com a de seus alunos e a imagem que estes adquirem sobre a Ciência, a Tecnologia e as relações CTS. Possivelmente, suas concepções sobre o tema influenciam significativamente sua forma de ensinar Ciência e as decisões que tomam em aula (ACEVEDO et al., 2002).

A importância de se compreender a Natureza da Ciência, segundo Driver et al. (1996, apud LEDERMAN, 2007, p. 831), também está pautada em cinco argumentos:

utilitário: é necessário para se compreender a Ciência e saber administrar os objetos tecnológicos presentes nos processos cotidianos;

democrático: é necessário para a tomada de decisão consciente sobre assuntos sociocientíficos;

cultural: é necessário para se conhecer o valor da Ciência como parte da cultura contemporânea;

moral: é necessário para se desenvolver a compreensão das normas da comunidade científica que se relacionam com compromissos morais da sociedade;

educativo: compreender a Natureza da Ciência facilita a aprendizagem de assuntos científicos¹.

¹ Esta e outras citações de Driver et al. (1996, apud LEDERMAN, 2007), Aikenhead (1994), Ziman (1994) que seguem foram aqui traduzidas.

Neste trabalho, buscou-se corroborar os resultados encontrados em investigações dessa natureza focalizando as concepções de um grupo de professores que atuam na área de Ciências (ensino fundamental) e na área de Biologia (ensino médio) em escolas públicas (rede municipal e estadual de ensino) no município de São Carlos, uma vez que o levantamento e análise dessas concepções de professores podem explicar o insucesso da implementação da perspectiva de ensino CTS, visto que o levantamento e análise dessas concepções podem explicar o insucesso da implementação da perspectiva de ensino CTS. Buscou-se também verificar as possibilidades de alcance de resultados quando se associam dois instrumentos usualmente adotados pelas pesquisas para identificar as concepções de professores sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS, quais sejam: o questionário e a entrevista. No caso, foram utilizados a versão adaptada do questionário VOSTS e um protocolo de entrevista semi-estruturada.

Tendo em vista que o questionário VOSTS já foi amplamente utilizado em vários países e que alguns pesquisadores (VÁZQUEZ et al., 2007; ACEVEDO et al., 2007; RUBBA, SCHONEWEG e HARKNESS, 1996) fizeram uma validação junto aos cientistas do seu país antes de utilizá-lo, essa metodologia também foi aplicada na presente pesquisa. Numa etapa preliminar, realizou-se a categorização do questionário junto a professores/pesquisadores brasileiros. Não somente por uma questão de diferenças espaciais, mas por diferenças de temporalidade e pelo fato de que as questões utilizadas na presente serem diferentes das utilizadas em outros estudos. Essa categorização também se torna importante visto que pode gerar implicações diretas para o ensino da Natureza da Ciência e das relações CTS no ensino em geral, pois o questionário VOSTS apresenta questões concretas que podem fazer parte de um currículo que objetive introduzir tais temas no ensino de Ciências. Assim, o objetivo desta pesquisa foi identificar e analisar as concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS de um grupo de professores da área de Ciências Naturais utilizando-se dois instrumentos metodológicos o questionário VOSTS e um protocolo de entrevista semi-estruturada.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como questões de pesquisa:

1. Quais são as concepções de professores da área de Ciências Naturais sobre as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade?
2. Qual o alcance de dois instrumentos usualmente adotados pelas pesquisas para identificar as concepções sobre as interações CTS: o questionário VOSTS e entrevista semi-estruturada?

Capítulo I - Fundamentação teórica

1.1 - Alfabetização científica

No Brasil, o termo *scientific literacy*, usado nos Estados Unidos e no Canadá, foi traduzido como “alfabetização científica” e atualmente tem sido enfatizado no contexto educacional. Em Portugal, fala-se “*literacia científica*”; na Inglaterra, o termo normalmente é considerado sinônimo de *public understanding of science*; já na França usa-se o termo “*la culture scientifique*” (LAUGKSCH, 2000, p. 71). O fato é que tal expressão conta com uma tradição que remete ao final dos anos 50 do século XX, tendo sua primeira publicação, no ano de 1958, no livro “*Science Literacy: Its Meaning for American School*”, de Paul DeHart Hurd (1958 apud LAUGKSCH, 2000, p.72), afirmando-se atualmente como meta de reforma do ensino de Ciências (DEBOER, 2000, p. 582). Contudo, principalmente na última década, esse termo se popularizou, tornando-se um *slogan* educacional reconhecido internacionalmente e passando a ser utilizado pelos professores de Ciências de todo o mundo para orientar o desenvolvimento curricular e as práticas em sala de aula (AIKENHEAD, 2002).

Ao longo das últimas décadas, várias definições foram criadas para o termo alfabetização científica, em função de diversos fatores que têm influenciado interpretações diferentes sobre o que significa efetivamente o termo. Entre esses fatores, destacam-se: o grande número de grupos de pesquisas nessa área; as múltiplas definições conceituais atribuídas ao termo; a natureza absoluta da alfabetização científica como um conceito e os diferentes modos de ser avaliada. Cada um deles origina-se de posições diversas e conduzem a interpretações e percepções variadas a respeito do que seja realmente alfabetização científica (LAUGKSCH, 2000).

Para DeBoer (2000), a análise dos seus diferentes significados permite afirmar que a alfabetização científica implica a compreensão ampliada e funcional do ensino de Ciências para fins educacionais, e não somente uma preparação para carreiras científicas e técnicas específicas. Assim, considera que “felizmente, não temos que dominar todas as áreas do conhecimento para vivermos com sucesso em nossa sociedade e a consciência deste fato pode libertar-nos para explorarmos, mais criativamente, como lidar com as questões de alfabetização científica” (DEBOER, 2000, p. 595).

Nesse sentido, o mais importante é que os alunos tenham a oportunidade de aprender algo que considerem interessante, importante e relevante, de forma que continuem a estudar Ciência, tanto formal como informalmente, no decorrer de suas vidas, de maneira contínua e não limitada somente ao período escolar. Frequentemente, a preparação dos alunos para a ação social, ou seja, o desenvolvimento e a concretização de planos de ações relativos a questões sociocientíficas são apontados como os objetivos mais importantes dos currículos segundo a perspectiva de ensino CTS.

Para Wellington (1990), com a alfabetização científica e também tecnológica espera-se que os indivíduos possam interpretar artigos ou notícias sobre Ciência divulgados pela mídia diretamente relacionados a questões socioeconômicas, culturais, de autonomia pessoal e de utilidade para a vida cotidiana. Dessa forma, as pessoas poderiam tornar-se aptas a participar de modo ativo na tomada de decisões sobre assuntos sociocientíficos e sociotecnológicos de interesse público. Poderiam, também, capacitar-se para a utilização de conceitos e procedimentos científicos em diferentes áreas e disciplinas, como, por exemplo, ler e analisar um mapa, interpretar um gráfico, compreender dados estatísticos ou planejar pesquisas simples.

Para as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCME) (BRASIL, 2006, p. 47), a

alfabetização científica e tecnológica aponta para um dos mais importantes objetivos do ensino das ciências no nível médio, o de fazer com que os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e sobre os conflitos gerados pela negociação política. Uma formação crítica exige por parte dos sujeitos a capacidade de discutir abertamente questões resolvidas em instâncias tecnocráticas, que devem estar amparadas em sólida formação científica e tecnológica. Implica que seja possível discriminar o domínio da ciência e da tecnologia do debate ético e político.

Analisando o contexto educacional internacional, constata-se que a preocupação com a promoção da alfabetização científica e tecnológica não é recente, uma vez que a *National Science Teachers Association* (NSTA) (1990) considera como principal finalidade do ensino segundo a perspectiva CTS a promoção da alfabetização científica e tecnológica, determinando algumas das características que definem uma pessoa científica e tecnologicamente alfabetizada (Quadro 1.1).

Usa conceitos de Ciência e de Tecnologia e recorre a uma reflexão pautada em valores éticos na solução de problemas do dia-a-dia e na tomada de decisões responsáveis na vida cotidiana, incluindo trabalho e lazer.
Empenha-se de forma pessoal e responsável em ações cívicas, depois de ter pesado as possíveis conseqüências de opções alternativas.
Defende decisões e ações usando argumentos racionais baseados em evidências.
Empenha-se na Ciência e na Tecnologia pela instigação e explicações que proporcionam.
Implica-se com curiosidade na apreciação do mundo natural e do mundo construído pelo homem.
Usa ceticismos, métodos cuidadosos, raciocínio lógico e criatividade na investigação do universo observável.
Valoriza a pesquisa científica e a resolução de problemas tecnológicos.
Localiza, corrige, analisa e avalia fontes de informações científicas e tecnológicas usando-as na resolução de problemas, na conseqüência da tomada de decisões e nas suas ações.
Distingue evidência científica e tecnológica de opinião pessoal, bem como informação confiável de não confiável.
Permanece aberta a novas evidências e tentativas de conhecimento científico e tecnológico.
Reconhece que a ciência e a tecnologia são esforços humanos.
Pesa os benefícios e malefícios do desenvolvimento científico e tecnológico.
Reconhece a força e as limitações da ciência e da tecnologia para o avanço e bem-estar da humanidade.
Analisa as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade.
Conecta a Ciência e a Tecnologia a outros esforços humanos, por exemplo, história, matemática, artes e humanidades.
Considera o aspecto político, econômico, moral e ético da ciência e tecnologia e relaciona-se a questões pessoais e globais.
Proporciona explicações do mundo natural que possam ser testadas para sua validação.

Quadro 1.1 - Características de uma pessoa científica e tecnologicamente alfabetizada.

Santos (1999, p. 204) assinala que a necessidade de que as pessoas sejam científica e tecnologicamente alfabetizadas é gerada pelo fato de a Ciência e a Tecnologia “serem empreendimentos com influência significativa, quer na vida privada quer na vida pública”. Entretanto, para a autora, as características do “analfabetismo científico-tecnológico” não são marcadas pela inexistência de conhecimentos tecnocientíficos, mas pelo desconhecimento de como utilizar os conhecimentos para negociar, argumentar e atuar em situações concretas envolvendo questões tecnocientíficas e pelo excesso de desconfiança no seu próprio potencial de compreensão de questões científicas e tecnológicas.

Para uma maior compreensão da alfabetização científica e tecnológica, apresenta-se no Quadro 1.2 a estrutura conceitual desenvolvida por Bybee (1986, apud SANTOS, 1999, p. 207 e 208), que definiu algumas metas (aquisição de conhecimento, desenvolvimento das capacidades de aprendizagem e desenvolvimento de valores e idéias), temas (conceitos de Ciência e Tecnologia, processos de pesquisa científica e tecnológica e interações CTS) e áreas de importância e atividades (questões pessoais, preocupações cívicas, perspectivas culturais, etc.) que podem orientar a construção do currículo para a promoção da alfabetização científica.

Metas	Aquisição de conhecimento	Desenvolvimento das capacidades de aprendizagem	Desenvolvimento de valores e idéias
Temas	Conceitos de Ciência e Tecnologia (aquisição de conhecimento).	Processos de pesquisa científica e tecnológica (desenvolvimento de capacidades de aprendizagem).	Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (desenvolvimento de valores e idéias).
Áreas de importância e atividades	Questões pessoais (fornecer informações sobre assuntos que afetam diretamente a vida cotidiana).	Reunião de informação (ensinar a localizar fontes de informações confiáveis).	Questões locais (fornecer informações sobre questões que envolvam temas em nível local e pessoal).
	Preocupações cívicas (fornecer informações sobre questões em que sua participação é favorável para a Sociedade, como, por exemplo, realização de medidas para uso responsável de recursos renováveis e não renováveis).	Resolução de problemas (ampliar as competências de resolução de problemas).	Políticas públicas (estudar questões de política pública que permitam ensinar conceitos sobre ciência e que estimulem a participação pública).
	Perspectivas culturais (reconhecer a ciência e a tecnologia como empreendimentos humanos e as interações CTS).	Tomada de decisão (ensinar a aplicar a lógica da resolução de problemas a assuntos pessoais e sociais).	Problemas globais (discutir problemas de Ciência e Tecnologia relacionados a uma escala global tendo em vista a sua influência pessoal).

Quadro 1.2 – Estrutura conceitual para a alfabetização científica e tecnológica.

Complementando a estrutura conceitual apresentada por Bybee, destaca-se a classificação realizada por Kemp (2002), na qual a alfabetização científica pode ser resumida em três tipos: a pessoal, prática e formal. A alfabetização científica pessoal une elementos conceituais (conceitos de Ciência e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade) e racionais em escala individual. Em menor grau, relaciona-se com a dimensão afetiva (emoções, atitudes, valores e disposição perante a alfabetização científica), permitindo, também, a compreensão de um amplo número de conceitos científicos, da história da Ciência, do uso de um extenso vocabulário científico na vida cotidiana, da divulgação científica, além de propiciar a motivação para que se continue estudando Ciência após a escolarização formal.

A alfabetização prática está relacionada aos procedimentos, processos, habilidades e capacidades necessários para o uso da Ciência na vida cotidiana, com propósitos cívicos e sociais. Outros elementos característicos são: saber obter informações sobre Ciência, compreender a divulgação científica, entender as relações entre Ciência e Tecnologia,

conhecer alguns conceitos científicos básicos e apreciar a Ciência consciente de suas limitações.

A alfabetização formal implica conhecer conceitos científicos, ter uma ampla compreensão dos princípios científicos, da Natureza da Ciência e das relações da Ciência com a Sociedade, saber obter informações científicas confiáveis, utilizá-las e ser capaz de comunicá-las a outras pessoas, ser capaz de usar a Ciência no cotidiano, participar democraticamente na tomada de decisões relacionadas à Ciência e à Tecnologia no âmbito social.

Analisando a aplicabilidade das metas para a alfabetização científica e tecnológica descritas por Bybee (1986) e Kemp (2002) ao ensino de Ciências, constata-se que problemas como o tempo escasso disponível para o ensino da disciplina e a falta de recursos (por exemplo, materiais didáticos e livros atualizados) podem afetar sua execução. Outro obstáculo diz respeito à diversidade dos modos de compreender a alfabetização científica e tecnológica, que está diretamente relacionada às concepções ideológicas, sociológicas e epistemológicas sobre as finalidades e os objetivos do ensino de Ciências e às concepções sobre as interações CTS, o que inclui as questões econômicas, políticas, éticas, históricas, filosóficas e sociológicas da Ciência e da Tecnologia.

1.2 – Perspectiva de ensino CTS

Os estudos sobre a perspectiva de ensino CTS (em inglês: *Science-Technology-Society* – STS) surgiram durante a década de 1970, a partir de acontecimentos sociais e políticos iniciados com a Segunda Guerra Mundial, os quais, segundo Aikenhead (1994a), foram os principais eventos geradores do processo de reforma do ensino de Ciências. Nesse período, no âmbito internacional, os debates públicos de como os conhecimentos científicos eram implicados em assuntos sociais geraram a necessidade da inclusão desses temas no ensino de Ciências e a preocupação em educar as pessoas sobre os efeitos da Tecnologia no meio ambiente e sobre a compreensão dos conceitos científicos, com o intuito de propiciar a explanação de suas opiniões e convicções. A perspectiva de ensino CTS não só mudou os métodos de ensino (no âmbito internacional) e as relações entre a experiência e os marcos teóricos, mas também a compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (AIKENHEAD, 1994a).

Independentemente da designação utilizada e das diferenças de objetivos e de abordagens, a meta central foi gerar a substituição do currículo convencional de Ciência (propedêutico, considerado pouco interessante e relevante pelos alunos) por um currículo centrado no desenvolvimento de conhecimentos, capacidades, atitudes úteis para a vida diária dos alunos e preocupado com a responsabilidade social em processos coletivos de tomada de decisão sobre assuntos relacionados com Ciência e Tecnologia (AIKENHEAD, 2002b).

O ensino de Ciências, segundo a perspectiva CTS, consiste essencialmente na integração de assuntos científicos, tecnológicos e sociais em um determinado conteúdo, o que permite o desenvolvimento de competências que possibilitem aos estudantes um papel consciente e ativo na sociedade e, dessa forma, contribui para a geração de um maior número de cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados.

Para Santos (1999), a perspectiva de ensino CTS, pretendendo promover o pensamento divergente, aponta para um ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias centradas em conteúdos canônicos – os quais privilegiam o pensamento convergente por meio da explicação e da demonstração –, buscando propiciar um ensino que tenha relevância cultural, para além da relevância científica, e cuja finalidade seja ensinar a cada cidadão o necessário para chegar a sê-lo de fato, aproveitando os benefícios de uma educação que estabelece conexões entre as Ciências Naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo. Nesse sentido, Santos (1999, p. 25) destaca que um dos objetivos centrais do movimento CTS

é o desenvolvimento de uma cidadania responsável – uma cidadania individual e social para lidar com problemas que têm dimensões científicas e tecnológicas, num contexto que se estende para além do laboratório e das fronteiras das disciplinas. Tomar a ciência revestida de mais significado para o aluno, de forma a prepará-lo melhor para lidar com as realidades da vida atual e para poder planificar o seu próprio futuro, é uma das suas aspirações básicas.

Para Aikenhead (1994b), o ensino de Ciências segundo a perspectiva de ensino CTS é orientado para o aluno, cujo papel não é o de passividade, mas o de procurar, selecionar, discutir e utilizar as informações sobre temas com implicações e repercussões sociais de base científica. O professor, ao invés de simplesmente transmitir informações, orienta o aluno a tomar parte no processo de explicitá-las e utilizá-las sem, contudo, deixar de fornecer dados cientificamente relevantes dentro do contexto de ensino. Para explicar a perspectiva de ensino CTS, o autor criou o esquema apresentado na figura 1, no qual coloca o aluno no centro, pois nessa perspectiva os alunos devem ser incentivados a compreender que as experiências cotidianas devem integrar os conhecimentos ao seu meio social (Sociedade), natural (Ciência) e artificialmente construído (Tecnologia). Essa integração é representada pelas setas sólidas, que, simultaneamente, representam a ligação do aluno aos seus três meios.

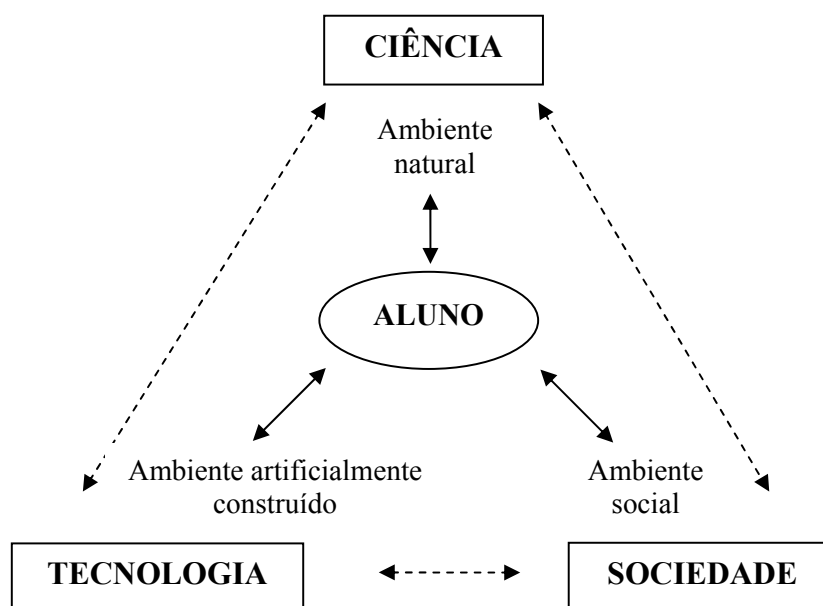


Figura 1 – A essência da perspectiva de ensino CTS (AIKENHEAD, 1994b, p.48).

A partir desse esquema, compreende-se que ensinar Ciência por meio da perspectiva de ensino CTS é ensinar sobre os fenômenos naturais de forma que a Ciência seja inserida no meio tecnológico e social do aluno. Essa função é representada, na figura 1, pelas setas tracejadas, que implicam uma estrutura pedagógica que se harmoniza com as setas sólidas, ou seja, o ensino segundo a perspectiva CTS tem por objetivo fazer com que as

experiências do dia-a-dia do aluno façam sentido para ele e passem a integrar o seu conhecimento pessoal sobre o seu meio ambiente natural, tecnológico e social. A caixa **Ciência** representa a disciplina de Ciências com os seus conteúdos tradicionais. No currículo tradicional, os conteúdos da disciplina de Ciências estão isolados das caixas Tecnologia e Sociedade, pois são ensinados isoladamente dos mundos tecnológicos e sociais dos estudantes. Entretanto, em um currículo CTS os conteúdos de Ciência estão conectados e integrados com o dia-a-dia dos alunos, e até certo ponto isso reflete os esforços dos estudantes para compreender esses mundos.

A NSTA (1990), a partir da análise de programas CTS desenvolvidos, define suas principais características (Quadro 1.3).

Identificação de problemas pelos alunos com interesse e impactos locais.
Uso de recursos locais (humanos e materiais) para obter informações que podem ser usadas na resolução de problemas.
Envolvimento ativo dos alunos na procura de informação aplicável na resolução de problemas da vida real.
Prolongamento da aprendizagem para além do período letivo – aula, escola.
Focagem do impacto da ciência e da tecnologia no aluno enquanto indivíduo.
Uma visão de que os conteúdos da ciência são mais do que conceitos que os alunos têm que saber para testes.
Ênfase nas competências de processo que os alunos podem usar para sua própria resolução de problemas.
Ênfase na consciência da carreira – especialmente carreiras relacionadas com ciência e tecnologia.
Oportunidades para que os alunos experimentem papéis de cidadãos para resolverem questões que eles identificarem.
Identificação de formas de impacto da ciência e da tecnologia no futuro.
Alguma autonomia nos processos de aprendizagem (como as questões individuais são identificadas).

Quadro 1.3 – Principais características de um programa CTS.

Aikenhead (1994b) também analisou os programas CTS desenvolvidos e construiu uma classificação de programas CTS organizada em oito categorias, fornecendo assim uma visão geral dos programas quanto à proporção de conteúdos CTS em relação ao conteúdo tradicional de Ciências e quanto às formas de avaliação desses conteúdos. Essa classificação foi transcrita no quadro 1.4 a fim de permitir a visualização da diversidade de abordagens de ensino CTS, em termos de grau e do modo como os conteúdos CTS podem ser integrados em um currículo. O autor ressalta que as categorias dos conteúdos CTS apresentadas não apontam métodos de ensino nem indicam conteúdos ou hipóteses sobre a forma como os alunos aprendem; consistem apenas de um esquema que quantifica a importância dos conteúdos do ensino de Ciências segundo a perspectiva de ensino CTS (conteúdos CTS) *versus* o ensino de Ciências considerado tradicional (conteúdo tradicional de Ciências).

CATEGORIAS	CARACTERÍSTICAS
1. Conteúdo CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes. Os alunos não são avaliados nos conteúdos CTS. [Exemplo: o que muitos professores fazem para complementar os cursos puramente conceituais]
2. Incorporação eventual do conteúdo CTS	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos (1/2 em 2 horas de aula) de conteúdo CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo CTS não é resultado do uso de temas unificadores. Os alunos são avaliados majoritariamente nos conteúdos de ciência pura e superficialmente (com o exercício de memorização) no conteúdo CTS (por exemplo, 5% de conteúdo CTS, 95% de conteúdo tradicional de ciências). [Exemplos: <i>Science and Technology in Society SATIS</i> (GRÃ-BRETANHA.: Association for Science Education), <i>Consumer Science</i> (EUA: Burgess), <i>Values in School Science</i> (EUA: R. Brinkerhoff, Phillips Exeter Academy, Exeter, New Hampshire)]
3. Incorporação sistemática do conteúdo CTS	Aulas de ciência tradicional, conjuntamente com uma série de pequenas citações de conteúdos CTS (1/2 em 2 horas de aula) integrados em tópicos de ciência, de forma a explorar tais conteúdos sistematicamente. Os alunos são avaliados até certo ponto na compreensão do conteúdo CTS (por exemplo, 10% de conteúdo CTS e 90% de conteúdo tradicional de ciências). [Exemplos: <i>Harvard Project Physics</i> (EUA), <i>Science and Social Issues</i> (EUA), <i>Science and Societal Issues</i> (EUA: Iowa State University), <i>Nelson Chemistry</i> (Canadá), <i>Interactive Teaching Units for Chemistry</i> (GRÃ-BRETANHA: Newcastle Polytechnic), <i>Science, Technology and Society</i> , Block J. (EUA: Nova York). <i>Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – Grã-Bretanha: Association for Science Education.)</i>]
4. Uma única disciplina por meio de conteúdo CTS	Os conteúdos CTS são utilizados como organizadores dos conteúdos de ciência e suas seqüências. Os conteúdos de ciência são escolhidos a partir de uma única disciplina. A lista dos tópicos de ciência abordados é muito semelhante à categoria 3, mas de qualquer forma a seqüência é muito diferente. Os alunos são avaliados em relação à compreensão dos conteúdos CTS, mas de forma menos profunda do que quanto à compreensão de um conteúdo tradicional de ciências (por exemplo, 20% de conteúdo CTS e 80% de conteúdo tradicional de ciências). [Exemplos: <i>ChemCon</i> (EUA: American Chemical Society), módulos de física, tais como <i>Light Sources and Ionizing Radiation</i> (Holanda: PLON, University of Utrecht, Physics Dept.), <i>Science and Society Teaching units</i> (Canadá, Toronto: Ontario Institute for Studies in Education), <i>Chemical Education for Public Understanding</i> (EUA: Addison-Wesley), <i>Science Teachers' Association of Victoria Physics Series</i> (Parkville, Austrália: STAV Publishing)]
5. Ciências por meio do conteúdo CTS	Os conteúdos CTS servem como organizadores dos conteúdos de ciência e suas seqüências. Os conteúdos de ciência são multidisciplinares e orientados pelos conteúdos CTS. Há uma lista de tópicos de ciência semelhante a uma seleção de assuntos científicos importantes tirados de diversos cursos tradicionais de ciência. Os alunos são avaliados em relação aos seus conhecimentos nos conteúdos CTS, mas não tão extensivamente como nos conteúdos de ciência (30% de conteúdo CTS e 70% de conteúdo tradicional de ciências). [Exemplos: <i>Modular STS</i> (EUA: Wausau, Wisconsin), <i>Global Science</i> (EUA: Kendall/Hunt), <i>Dutch Environmental Project</i> (Holanda: NMEVO, University of Utrecht, Physics Dept.), <i>Salter's Science Project</i> (Grã-Bretanha, Heslington: University of York, Dept. of Chemistry). <i>Logical Reasoning in Science and Technology</i> (Toronto: Canadá)]
6. Ciências associadas ao conteúdo CTS	Os conteúdos CTS são o foco do ensino. Os conteúdos mais relevantes enriquecem o ensino. Os alunos são avaliados eqüitativamente nos conteúdos tradicionais de ciências e de CTS. [Exemplos: <i>Exploring the Nature of Science</i> (Inglaterra: Blackie & Son), <i>Society Environment and Energy Development Studies</i> (SEEDS) modules (EUA: Science Research Associates),

	<i>Science and Technology 11</i> (Canadá: Victoria: BC Ministry of Education)]
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo CTS	Os conteúdos CTS são o foco do ensino. Os conteúdos de ciência mais relevantes são mencionados, mas não sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios científicos (os materiais classificados na categoria 7 podem ser utilizados em um curso de ciência comum, substituindo o de categoria 3). Os alunos são avaliados principalmente nos conteúdos CTS e parcialmente nos de ciência (por exemplo, 80% de conteúdo CTS e 20% de conteúdo tradicional de ciências). [Exemplos: <i>Studies in a Social Context</i> (SISCON) <i>in Schools</i> (Grã-bretanha: Association for Science Education), <i>Modular Courses in Technology</i> (Grã-Bretanha: Schools Council), <i>Science A Way of Knowing</i> (Canadá: University of Saskatchewan, Department of Curriculum Studies), <i>Science Technology and Society</i> (Austrália: Jacaranda Press), <i>Creative Role Playing Exercises in Science and Technology</i> (EUA: Social Science Education Consortium), <i>Issues for Today</i> (Canadá: GLC Silver Burdett), <i>Interactions in Science and Society</i> – vídeos (EUA: Agency for Instructional Technology), <i>Perspectives in Science</i> (Canadá: National Film Board of Canada)]
8. Conteúdo CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou assunto social importante. Os conteúdos de ciência são mencionados, mas unicamente como uma ligação à ciência (os materiais classificados na categoria 8 podem ser utilizados em um curso de ciência comum, substituindo os de categoria 3). Os alunos não são avaliados de maneira apreciável sobre o conteúdo de ciência tradicional. [Exemplos: <i>Science and Society</i> (Grã-Bretanha: Association for Science Education), <i>Innovations: The Social Consequences of Science and Technology</i> program (EUA: BSCS), <i>Preparing for Tomorrow's World</i> (EUA: Sopris West Inc), <i>Values and Biology</i> (EUA: Walch) e, de modo geral, os cursos modulares de <i>design</i> tecnológico e de ciências humanas]

Quadro 1.4 - Categorias dos conteúdos CTS (AIKENHEAD, 1994b, p. 55).

Analisando esse quadro, verifica-se que a prioridade atribuída aos conteúdos CTS varia significativamente, podendo assumir níveis distintos: desde um nível mais baixo, com pouca inserção de conteúdo CTS para ampliar o interesse dos alunos pelas aulas e sem avaliar as aprendizagens dos alunos relativamente a esses conteúdos; níveis intermediários, em que os conteúdos CTS são associados e avaliados sistematicamente em disciplinas tradicionais de Ciências ou fundamentam o ponto de partida para a aprendizagem de conhecimentos de Ciência e sobre Ciência; até o outro nível extremo, envolvendo aprendizagem e avaliação exclusivas de conteúdos CTS, sem a avaliação de nenhum conteúdo normativamente científico.

Embora nenhuma das categorias represente o modelo verdadeiro de ensino segundo a perspectiva de ensino CTS, as categorias de 3 a 6 são as mais comumente citadas na literatura, incluindo a brasileira. As categorias de 1 a 3 são as que mais mantêm características do ensino tradicional: um curso classificado na categoria 1 talvez nem pudesse ser considerado CTS, devido ao seu baixo *status*. Entretanto, nas categorias 4 a 8 observa-se que as estruturas dos cursos mudam, pois a organização dos conteúdos segue uma seqüência ditada pelos conteúdos CTS. Santos e Mortimer (2002), analisando essas categorias, relatam que os currículos descritos nas categorias 6 e 7 poderiam ser propostos dentro da atual

reforma do ensino médio brasileiro, na tentativa de se buscar a interdisciplinaridade na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Segundo os autores, tal proposição demandaria projetos audaciosos a serem desenvolvidos com a participação de professores, o que não poderia ser feito de maneira aleatória.

Comumente, a perspectiva de ensino CTS tem como objetivo desenvolver o interesse e o conhecimento sobre a Ciência, as capacidades de pensamento crítico e criativo dos alunos por meio de metodologias interativas de aprendizagem: resolução de problemas, tomada de decisões, discussão em grupo, representação de papéis, análise de estudos de casos históricos, debates, discussões de questões controversas, ação cívica na comunidade utilizando os meios de comunicação e outros recursos da comunidade (AIKENHEAD, 2000). Para Canavarro (1999), a perspectiva de ensino CTS deve partir do pressuposto de que a escola deve se interligar à Sociedade, não só porque os alunos sentem a escola como parte importante da sociedade, mas porque a aprendizagem acontece em um quadro social, no qual a Ciência e a Tecnologia estão inseridas.

Segundo Aikenhead (1994c, p.185), os alunos só se beneficiam de uma educação segundo uma perspectiva de ensino CTS se, além de a orientação do professor estar em sintonia com a perspectiva de ensino proposta, houver a disponibilidade de materiais didáticos adequados. Revisando diversos projetos CTS, o autor reuniu evidências de vantagens desses tipos de perspectiva de ensino em comparação a um ensino de Ciências tradicional:

Estudantes participantes de aulas CTS (comparados com aulas tradicionais de ciência): (i) podem melhorar significativamente suas compreensões sobre questões sociais externas e internas à ciência e das interações ciência- tecnologia-sociedade dependendo dos conteúdos enfatizados e avaliados pelos professores; (ii) podem melhorar significativamente suas atitudes relativamente à ciência, às aulas de ciência e à aprendizagem, resultante do conteúdo CTS abordado e da utilização de métodos de ensino interativos; (iii) podem apresentar ganhos moderados, mas significativos, de capacidades de pensamento crítico e criativo, de tomada de decisão, desde que estas habilidades sejam explicitamente praticadas e avaliadas.

Os alunos podem beneficiar-se de uma educação em ciência segundo uma abordagem CTS se: (i) o ensino seguir pelo menos a categoria 3 (Quadro 1.4); (ii) existirem materiais didáticos adequados disponíveis; (iii) a orientação do professor relativamente ao ensino da ciência estiver em sintonia com a abordagem CTS proposta.

Esse autor conclui ainda que o ensino de Ciências segundo uma perspectiva CTS não compromete o desempenho acadêmico dos alunos nos níveis seguintes de ensino. Contudo, reconhece o papel determinante dos professores na obtenção desses resultados e adverte para o fato de o mesmo currículo CTS poder ter impactos muito distintos nos alunos, de acordo com o modo como os professores o implementam. Para o autor, as conseqüências

do ensino CTS remetem às seguintes metas: um aumento da alfabetização científica; um aumento do interesse dos estudantes pela Ciência, Tecnologia e Sociedade; ampliação do pensamento crítico, do raciocínio lógico, da criatividade e da tomada de decisão dos estudantes.

Ziman (1994, p. 21-31) afirma que, apesar das limitações e das vantagens de cada uma das abordagens, o ensino de Ciências na perspectiva de ensino CTS ganhará se houver uma complementaridade entre as diferentes abordagens apresentadas no quadro 1.5. Esse autor faz a distinção entre diferentes abordagens para introduzir as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto do ensino de Ciências, afirmando que elas não refletem nenhuma contradição entre si (Quadro 1.5).

DESCRIÇÃO	
Abordagem pela Relevância	Consiste na compreensão da Ciência por meio de suas aplicações tecnológicas bem-sucedidas, dando relevância à aplicação da Ciência na vida cotidiana e proporcionando com isso um papel social claro.
Abordagem Vocacional	Consiste na apresentação da Ciência e da Tecnologia com o intuito de formar para uma carreira profissional futura. Enfatiza a formação necessária para o desempenho de uma determinada profissão ou de um conjunto de profissões de base científica e/ou tecnológica e a apresentação de informação relativa ao exercício dessas profissões.
Abordagem Transdisciplinar	Consiste na apresentação da Ciência de forma não segmentada (ao contrário do que sucede no ensino tradicional). Esta apresentação holística da Ciência busca valorizar a unidade das Ciências Naturais e das Tecnologias associadas a fim de desenvolver no aluno uma visão integrada e complementar da Ciência, mais condizente com o conhecimento científico atual.
Abordagem Histórica	Consiste na apresentação da Ciência e da Tecnologia em um contexto de mudança histórico-social. Procura demonstrar a evolução da Ciência e da Tecnologia sempre em uma perspectiva de interligação à sociedade, evidenciando as qualidades sociais das descobertas científicas e das inovações tecnológicas e as exigências que a sociedade impõe à Ciência e à Tecnologia.
Abordagem Filosófica	Consiste na apresentação da Ciência por meio de uma discussão a propósito da natureza do conhecimento científico.
Abordagem Sociológica	Consiste na apresentação da Ciência e da Tecnologia a partir das diversas instituições sociais e de como operar nas mesmas (universidade, laboratórios, indústrias, multinacionais). São também discutidas as funções sociais dessas instituições, que se configuram como uma aproximação política e econômica às questões científicas e tecnológicas.
Abordagem Problematizante	Consiste na apresentação e discussão de grandes temas, de grandes questões sociais da atualidade com base científica, como: ecologia, superpopulação, aborto, AIDS, pobreza e desemprego. Esta é a abordagem CTS mais divulgada, que procura lidar diretamente com o mundo e representar de forma “concreta” a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade contemporâneas.

Quadro 1.5 – Abordagens possíveis para a perspectiva de ensino CTS.

Ao construir esse quadro, Ziman (1994, p. 31) distingue algumas vantagens e limitações das diferentes abordagens CTS:

A abordagem pela *relevância* introduz a tecnologia, mas não vai a fundo nas questões sociais. A abordagem vocacional levanta estas perguntas, mas frequentemente dá uma resposta acadêmica à questão tecnológica. A abordagem *transdisciplinar* enfatiza conceitos relacionados às interações entre a ciência e a tecnologia, mas pode conduzir à crença de que a ciência e a tecnologia são demasiadamente poderosas para resolverem problemas sociais. Na educação CTS a abordagem *histórica* é superficial, para não se tornar excessivamente acadêmica. A abordagem *filosófica* pode dar alguma idéia sobre a natureza da ciência, mas em nível elementar. A abordagem *sociológica* pode explicar o papel e a natureza sociais da ciência na instituição social, mas apresenta com frequência perspectivas duvidosas quanto a essa questão. Por último, a abordagem *problematizante*, que por meio do estudo e da discussão de problemas mundiais levanta questões de interligação CTS, mas pouco explica sobre o funcionamento atual da ciência e da tecnologia para o bem ou para o mal.

Para o autor, com esse relato não se pretende defender o ecletismo, e sim apenas apresentar aos alunos o que é mais importante ou relevante em cada uma das abordagens descritas, sem qualquer inter-relação por parte das mesmas. É necessário elucidar as conexões e as contradições entre os diversos aspectos e fazê-lo de forma devidamente estruturada e não desconexa, pois, embora estimulantes, essas abordagens são extremamente exigentes e sua concretização depende de professores capazes de criar e de sustentar um ambiente de sala de aula estimulador de comunicação, autonomia, reflexão e ação. Portanto, os professores desempenham um papel decisivo na implementação e construção do currículo CTS, já que quando o fazem empregam suas crenças ideológicas, epistemológicas e sociológicas sobre Ciência e Tecnologia. Tais crenças ou concepções relativas ao ensino e à aprendizagem da Ciência e à própria Ciência são construídas por meio da suas experiências e de suas reflexões quando alunos e, posteriormente, como professores. Elas podem desencadear reações diversas (desde a aceitação até à rejeição) quanto aos eventuais méritos das novas propostas curriculares.

Segundo Aikenhead (2000 e 2002), a mudança de um ensino tradicional de Ciência para uma perspectiva de ensino CTS é uma tarefa complexa que requer: (i) a discussão e a adoção de uma política curricular que estabeleça a função, o conteúdo, a estrutura e a seqüência curricular; (ii) a pesquisa e o desenvolvimento de novos materiais de ensino (por exemplo, livros didáticos para os professores e os alunos e propostas de atividades), apoio e orientação do ensino e da avaliação; (iii) a compreensão da política curricular e dos materiais pelos professores, assegurando a implementação adequada do currículo; (iv) garantia de aprendizagem dos alunos por meio de estratégias de ensino e de avaliações específicas.

Para Santos e Mortimer (2002), o contexto atual favorece a elaboração de projetos nacionais de ensino de Ciências, tanto para o ensino fundamental como para o médio, com ênfase em CTS. Entretanto, ressaltam que:

É preciso compreender, também, o contexto dos países em que as propostas curriculares CTS foram desenvolvidas. Por se tratar de países desenvolvidos, a estrutura social, a organização política e o desenvolvimento econômico são bastante diferentes daqueles presentes no contexto brasileiro. Isso implica que seria um contra-senso a transferência acrítica de modelos curriculares desses países para o nosso meio educacional. 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 socioeconômica e os aspectos culturais do nosso país. Por outro lado, a revisão da literatura internacional nos ajuda a ver que adotar propostas CTS é muito diferente de simplesmente maquiar currículos com ilustrações do cotidiano (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.17).

O sucesso da reforma curricular do ensino médio possivelmente está ligado à formação continuada, pois para o desenvolvimento de novos modelos curriculares como o currículo CTS não basta apenas incluir temas sociais, sem que ocorra qualquer mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas, ou mesmo apenas editar livros didáticos e paradidáticos que incluam temas CTS, sem que ocorra a compreensão do papel social do ensino de Ciências. Desse modo, pode-se incorrer no erro da simples reformulação dos currículos atuais incluindo-se algumas informações sobre as relações da Ciência com a Sociedade (SANTOS e MORTIMER, 2002). Ou seja, sem considerar a situação atual do sistema educacional nacional, das condições de trabalho e de formação do professor, dificilmente os conteúdos científicos serão contextualizados na perspectiva de formação da cidadania. Nesse sentido, é importante a compreensão de que os currículos CTS

diferenciam-se significativamente dos currículos convencionais (...). Os princípios diferenciadores são vários: a preocupação com a formação de atitudes e valores em contraposição ao ensino memorístico de pseudopreparação para o vestibular; a abordagem temática em contraposição aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno; o ensino que leve o aluno a participar em contraposição ao ensino passivo, imposto sem que haja espaço para a sua voz e suas aspirações. Enfim, uma reforma curricular de CTS implica mudanças de concepções do papel da educação e do ensino das ciências. (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.17).

Segundo Santos (1999), a organização de um currículo na perspectiva CTS não deve descuidar da aprendizagem conceptual – educação em Ciência; todavia, não pode cair nos tradicionais mitos e estereótipos da Natureza da Ciência. Necessita valorizar a educação sobre a Ciência por meio de reflexões metacientíficas e, acima de tudo, deve preocupar-se com a educação para a Ciência intervindo numa dimensão formativa e cultural, valorizando objetivos de formação pessoal e social. Com um currículo assim organizado, será possível

promover aspectos formativos da educação científica e uma alfabetização científica e tecnológica para todos. Pode ser capaz de estimular a construção de um conceito de Ciência que corresponda cada vez menos à imagem de uma disciplina neutra e sistematicamente objetiva, uma vez que essa imagem esquece aspectos funcionais e pragmáticos do saber científico e está desligada de questões sociais, políticas, econômicas, filosóficas e éticas.

1.3 – Natureza da Ciência

O termo Natureza da Ciência representa um conhecimento referente à epistemologia, sociologia e filosofia da Ciência que surgiu a partir de reflexões interdisciplinares realizadas por pesquisadores de áreas como História, Filosofia, Sociologia e Psicologia, que consideram a Ciência como uma forma de conhecimento que possui valores, suposições e convicções inerentes ao seu próprio desenvolvimento (LEDERMAN, 1992). A partir dessas reflexões não é possível ter uma definição fechada e imutável sobre Ciência, pois esta muda ao longo do seu próprio desenvolvimento e do pensamento sistemático sobre sua natureza e seu funcionamento (ABD-EL-KHALICK, BELL e LEDERMAN, 1998).

Freire-Maia (1992) afirma que os filósofos da Ciência não costumam propor definições sobre esse tema, por pelo menos três motivos: toda definição tende a ser incompleta, o tema é complexo e há uma falta de acordo entre os filósofos acerca de uma definição. Portanto, é possível considerar que a Natureza da Ciência possui algumas características gerais, que incluem a reflexão sobre a forma de validar o conhecimento científico, os valores envolvidos nas atividades científicas e nas suas relações com a Tecnologia, a natureza da comunidade científica, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e as contribuições destes para a cultura e progresso da sociedade. Desse modo, não existe somente uma Natureza da Ciência, mas várias, e as suas simplificações constituem representações parciais da mesma.

Ao se discutir sobre a abrangência e dificuldade em se definir a Natureza da Ciência, deve-se considerar que a definição do que é Ciência também não é uma tarefa fácil. O termo Ciência não permite uma definição rigorosa, simples e universal, sendo usado de diferentes formas e caracterizado por diferentes perspectivas ao longo da história. A Ciência não pode ser considerada desligada da Sociedade e da Tecnologia, pois exerce influência no dia-a-dia das populações através das inúmeras descobertas e do desenvolvimento científico potencializados por recentes conquistas médicas e biotecnológicas que são divulgadas pela mídia, e também por meio de uma generalização do ensino (SANTOS, 1999). Logo, o significado da Ciência situa-se além do conhecimento do senso comum, por se tratar de uma construção humana que resulta de uma prática especificamente orientada para produzir e cujo desenvolvimento se faz por meio de processos sociais e racionais, tratando-se claramente de um fato histórico, contingente e cultural (CANAVARRO, 1999).

Para Aikenhead (1994a, p. 13), alguns eventos históricos tornam-se fundamentais para a compreensão da evolução da Ciência. A compreensão desses eventos,

por sua vez, deve considerar o contexto de instabilidade social, intelectual e político da Europa do século XVII, em que dominava a Contra-reforma, as guerras, os incêndios e as epidemias, uma época marcada pela grande instabilidade social e política, que tinha, inclusive, condenado alguns cientistas à prisão e até à morte pelo fogo. Posteriormente, com o estabelecimento da ordem política e a expansão ultramarina, assistiu-se ao aperfeiçoamento sociointelectual das sociedades, fato que levou à criação da *Académie de Science* em Paris e da *Royal Society* em Londres. Tais fatos fizeram com que a Ciência se institucionalizasse e passasse a ser reconhecida pelo seu poder, surgindo um novo tipo de conhecimento baseado na observação e no racionalismo, e não mais em escrituras sagradas e na posição social.

A partir da institucionalização da Ciência, tem-se a profissionalização da mesma, evidenciada pelas técnicas desenvolvidas pelos cientistas, que exibiam reflexos positivos na produtividade humana e que posteriormente vieram a contribuir para a Revolução Industrial, ocorrida no século XVIII e responsável por direcionar o conhecimento científico para a criação de tecnologias e de um novo contrato social para os tecnólogos. A Ciência passou a focalizar seus esforços na resposta à curiosidade intelectual e no conhecimento pelo conhecimento, distanciando-se da responsabilidade social, evitando conexões com a Tecnologia e com a sociedade (AIKENHEAD, 1994a).

Segundo Rossi (1989), a grande revolução científica e filosófica do século XVIII criou e reforçou um modo de conceber a Ciência que, embora criticado, ainda está presente e operante na cultura do mundo contemporâneo. Tal concepção considera que

a ciência seja uma lenta construção nunca concluída à qual cada um, nos limites de suas forças e suas capacidades, pode trazer a sua contribuição; que a colaboração, a cooperação e, portanto, a criação de “institutos” sociais e lingüísticos adequados sejam essenciais para o progresso da ciência; que a pesquisa científica tenha como finalidade o benefício não de uma única pessoa, raça ou grupo, mas todo o gênero humano; que, de qualquer forma, o desenvolvimento ou o crescimento da própria pesquisa seja algo mais importante do que cada indivíduo que a executa: tais são alguns componentes essenciais, hoje convertidos em verdades do senso comum, de uma concepção de ciência que tem origens históricas precisas. Inexistente nas grandes concepções religiosas do Oriente, na antiguidade clássica e na escolástica medieval (ROSSI, 1989, p. 63).

Outro fato relevante ocorrido no século XVIII, segundo Aikenhead (1994a, p. 15), é o estabelecimento por parte dos cientistas de um “*self-serving*” entre a Tecnologia e a Ciência, a partir do qual se definiu uma relação hierárquica na qual se passou a definir “Tecnologia como Ciência aplicada. Concepção que ainda continua contaminando a definição adequada de Tecnologia e a educação científica atual”. É no final do século XVIII que surge a Ciência acadêmica tipicamente associada à educação superior e, com isso, a Biologia, a

Química, a Física e a Geologia foram instituídas como disciplinas. Nesse contexto, foram criados novos departamentos dentro das universidades, culminando com a efetiva profissionalização da Ciência e a criação de muitos postos de trabalho para os cientistas, sobretudo no sistema educativo que, com o apoio governamental, permitiu a consolidação da carreira científica.

Outro fato relevante destacado por Aikenhead (1994a, p.15) é que esse modelo administrativo da universidade foi reproduzido nas escolas secundárias, onde os conhecimentos provindos da Biologia, da Química, da Física e da Geologia passaram a ser os “únicos modos válidos de compreender a natureza”. O ensino de Ciências do secundário, no século XIX no contexto internacional e no nacional apenas no início do século XX, evitou o conhecimento prático, ignorou os valores e a relevância social do conhecimento científico e seu objetivo principal foi o de preparar os estudantes para o estudo de áreas científicas na universidade.

Segundo Núñez (1999), juntamente com a criação de novos postos de trabalho dirigidos ao ensino criou-se a infra-estrutura e o apoio à pesquisa científica, de modo que os cientistas passaram a ter seus próprios laboratórios, assim como a ajuda de técnicos capacitados. Com isso, as diferentes disciplinas e especialidades científicas multiplicaram-se rapidamente e conseqüentemente cresceram os números de publicações e artigos. A profissionalização e a institucionalização da Ciência aumentaram a eficiência da pesquisa científica, que passou a ser respaldada pela formação sistemática de cientistas, pelos meios de comunicação – tais como periódicos, atas de congressos, revistas especializadas e de divulgação científica –, por mecanismos de controle de qualidade e recursos técnicos renovados. Esse processo dotou a sociedade de uma nova figura social organizada em uma instituição especializada que assume o objetivo de administrar e modificar o conhecimento existente.

Segundo Aikenhead (1994a, p.16), no século XX a Segunda Guerra Mundial foi um evento histórico que reformulou profundamente a Ciência, socializando-a, criando uma forte união entre a Ciência e a Tecnologia em uma unidade social chamada de "P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) ou R&D (*Research & Development*)". Essa nova unidade social fez surgir novas inquietações, como a responsabilidade sobre os produtos científicos e tecnológicos, juntamente com a preocupação com os lucros e a criação de um “novo contrato social entre Ciência e sociedade”. Isso propiciou um equilíbrio entre a Ciência e a Tecnologia, no qual se efetivou o poder e o domínio sobre a natureza, bem como o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida. As ligações estabelecidas entre a Ciência e a

Sociedade foram evidenciadas pelo surgimento de áreas como a Sociologia da Ciência, a Antropologia da Ciência e a Psicologia da Ciência.

Contudo, os últimos cinquenta anos do século XX constituíram um período de descobertas e invenções científicas que foram particularmente acompanhadas por mudanças fundamentais na organização, no financiamento e nos papéis socioeconômicos da Ciência. O envolvimento e financiamento da indústria desempenharam um papel importante na transformação rápida de pesquisas básicas em esforços pré-competitivos e competitivos. Desse modo, a Ciência passou a ser compreendida como um fator fundamental da competitividade global dos países, resultando num afastamento do “luxo” da pesquisa básica e da função crítica da própria Ciência. Patentes de inovações, como, por exemplo, as biotecnológicas aplicáveis à indústria, foram obtidas, com freqüência, em troca de garantias de financiamento, as quais foram utilizadas como vantagem competitiva ou para aumentar o valor de ações, características estas pertencentes à Ciência industrial (HAAS et al., 2002). Conseqüentemente, o conhecimento científico passou a ser uma moeda política tanto em negociações diplomáticas internacionais como nacionais e passou a sustentar a estrutura socioeconômica interna e competitiva dos países diante do comércio internacional (AIKENHEAD, 2003).

Aikenhead (1994), consultando estudos antropológicos, como os de Latour e Woolgar (1979) e Holton (1978), considerou que a Ciência pode ser compreendida a partir de fatos históricos como uma cultura, pois possui sua própria linguagem e modos convencionais de se comunicar com a finalidade de propiciar uma interação social dentro da comunidade dos cientistas, o que possibilita a distinção de dois tipos de atividades científicas: a Ciência pública e a Ciência privada. A Ciência pública é a divulgada em jornais, atas de congressos, revistas especializadas, e a Ciência privada é a que acontece nos laboratórios e na permuta de informações dos cientistas por *e-mails*, anotações pessoais e em conversas informais. A comunicação realizada pela Ciência pública não é necessariamente guiada pelos mesmos valores e normas daquela realizada pela Ciência privada. Segundo o autor, a primeira pode ser caracterizada por seus valores constitutivos como radical, honesta e objetiva, e a segunda, por valores contextuais como subjetiva, secreta e pouco honesta.

Aikenhead (2001) considera que a existência da cultura científica com seus valores e normas conduzem o trabalho dos cientistas, por exemplo, nas suas escolhas teóricas e metodológicas. Conseqüentemente, os valores e normas são internalizados pelos cientistas e tornam-se um paradigma, que contrasta com os valores constitutivos (por exemplo, parcimônia, precisão, compreensão, objetividade, etc.), com o contexto social e com os

valores culturais com os quais os cientistas convivem diariamente. Tudo isso influencia diretamente a tomada de decisões dos cientistas, fazendo com que a Ciência não seja neutra, pois não está livre de valores contextuais. Entretanto, existem controvérsias entre o uso dos valores constitutivos e os contextuais. Partindo desse pressuposto, o cientista poderia publicamente venerar a objetividade de sua pesquisa e na privacidade de seu laboratório analisar seus dados com certa subjetividade. Segundo o autor, esse aparente conflito é o que distingue a Ciência privada da Ciência pública.

Para Merton (1973), a meta institucional da Ciência é a extensão do conhecimento certificado, ou seja, empiricamente e logicamente confirmado por meio de predições consistentes. Segundo esse autor, para que isso ocorra a Ciência acadêmica tem que ser efetivamente governada por um conjunto de normas sociais não escritas ou publicadas, mas aceitas pelos cientistas, comunicadas e interiorizadas durante o processo de socialização profissional e reforçadas por um sistema de recompensas para os cumpridores e sanções ou punições para aqueles que não as seguem. Essas normas também permitem a distinção entre a Ciência e a não-Ciência, pois atividades que não as seguem não são consideradas científicas. A partir do quadro teórico criado por Merton (1973), os cientistas estariam institucionalmente obrigados a agir de acordo com as normas que constituem o *ethos* científico, cujos itens são, descritos a seguir:

1. Comunalismo (*communalism*) – conjectura que as descobertas que são o produto da pesquisa sejam partilhadas, tornando-se de conhecimento público. Esta norma, extremamente presente na academia, impõe que seus pesquisadores publiquem suas descobertas em revistas científicas, nacionais e internacionais, que são reunidas em bancos de dados presentes em bibliotecas e precisamente indexadas para referência. Conseqüentemente, ela sustenta o empirismo e o racionalismo científico, pois para que o trabalho seja aceito para publicação, os aspectos subjetivos precisam ser removidos, deixando apenas aquilo que qualquer outro cientista teria observado em condições idênticas.
2. Universalismo (*universalism*) – conjectura uma avaliação do trabalho científico com base em critérios impessoais e preestabelecidos, por exemplo, as instituições científicas, as sociedades científicas, os congressos e as revistas devem admitir as pessoas e avaliar seus trabalhos somente com base nos seus méritos científicos. Nesse sentido, as contribuições científicas não são excluídas com base na nacionalidade, religião, classe social ou outros critérios irrelevantes. Conseqüentemente, esta norma incentiva os cientistas a construir teorias gerais que visam explicar e unificar uma grande diversidade de fenômenos que possam ser observados por todos, em qualquer parte do mundo.

3. Desinteresse (*disinterestedness*) – conjectura a centralização das motivações dos cientistas para o fim institucional da Ciência, restringindo as motivações individuais ligadas a interesses materiais, tais como o lucro de uma empresa ou o progresso de uma causa política. Nesse sentido, ao apresentarem seus trabalhos publicamente, os cientistas devem adotar uma postura humilde, neutra e impessoal que não revele o seu entusiasmo natural pelas suas próprias idéias.
4. Originalidade (*originality*) – conjectura que os resultados da pesquisa devem ser sempre, em alguns dos seus aspectos, novos e imprevisíveis. Assim, os cientistas supostamente são autônomos na escolha de técnicas, métodos e qual questão irão pesquisar. Esta norma mantém a Ciência progressiva e sempre aberta à novidade intelectual.
5. Ceticismo (*scepticism*) – conjectura a não-aceitação dogmática de qualquer teoria, a correção dos erros e a repressão de hipóteses descabidas. Abrange muitas práticas acadêmicas, tais como a revisão por pares, à qual são submetidos os artigos antes de serem publicados, e os incentivos da crítica cortês e da controvérsia nos congressos científicos. Conseqüentemente, para que uma teoria seja considerada válida, devem existir espaço e tempo de debate para argumentação e contra-argumentação aos respectivos fundamentos, consistência lógica e confiança prática.

Para Santos (1989), a pesquisa sociológica da Ciência nos anos cinquenta e no princípio da década de sessenta do século XX é balizada pelas concepções de Merton, a ponto de certos comportamentos, manifestamente irracionais, como a excessiva concorrência entre os cientistas e a luta pela prioridade, desempenharem a função latente de promover o desenvolvimento científico, a socialização dos cientistas nas normas da Ciência e, desse modo, contribuírem para a autonomia da Ciência e para a sua segurança institucional. Conseqüentemente, as pesquisas de matriz mertoniana sustentam uma concepção heróica da Ciência.

O conhecimento científico caminha por um tapete vermelho que só se estende para as glórias da civilização e da cultura. O seu ritmo e direção podem ser condicionados por fatores externos, sociais e culturais, mas cada passo que dá, ele o dá por determinação interna dos seus métodos, sem pressupostos. A exaltação da autonomia da ciência e do seu modo de produção dominante na sociedade capitalista acaba sempre na apologia da livre concorrência e da igualdade de oportunidades entre os cientistas e, portanto, na apologia da sociedade liberal, qualquer que seja a extensão dos “desvios” a que a prática científica está sujeita nesta sociedade (SANTOS, 1989, p.129).

Segundo Santos (1999, p. 47), essa estrutura normativa que representa as regras morais de conduta dos cientistas foi muito divulgada quando a Ciência iniciou sua dependência em relação aos complexos militares e industriais e quando a “alma do segredo

valia mais do que a partilha das conquistas científicas”. Portanto, não revela o que a Ciência é, mas somente o que ela deve ser e representa uma concepção positivista de Ciência, que reflete uma estrutura normativa de legitimação ou de “branqueamento” da Ciência.

Analisando a Ciência pós-moderna, Santos (1999, p. 49) destaca que a produção do conhecimento científico ocorre de dois modos:

Modo 1 – Processo tradicional que se desenvolve, essencialmente, em função de dinâmicas internas a contextos acadêmicos e disciplinares. Sendo o modo de produção que radica na difusão de saberes e de competências gerados em sistemas acadêmicos e disciplinares, e depois transferidos para outros sistemas – para contextos de utilização distintos dos da sua produção;

Modo 2 – Ao contrário do modo 1, o modo 2 é um processo de co-produção e de avaliação da ciência em contextos não disciplinares. Contextos que são eles próprios a solicitar a produção de saberes e de competências – “contextos de aplicação”. Este modo de produção do saber científico caracteriza-se: pela operacionalidade; pela colaboração entre a ciência, a tecnologia e a “reflexibilidade social”; pelo alargamento da indispensável avaliação da qualidade dos resultados científicos a uma avaliação externa, a qual se situa para além da tradicional avaliação entre pares e que tem a ver com as potencialidades econômicas dos projetos e com a responsabilidade social dos cientistas (...).

O modo 1 de produção pode caracterizar a maneira como a Ciência acadêmica se encontra dividida, isto é, em disciplinas e outras especialidades, cada uma sendo um domínio reconhecido de ensino e pesquisa. Contudo, uma disciplina acadêmica constitui mais do que um conglomerado de departamentos universitários, sociedades de pesquisadores e revistas científicas, podendo ser caracterizada como um “colégio invisível” global no qual seus membros compartilham uma tradição de pesquisa específica, orientados por um ideal filosófico de uma Ciência unificada que é contrariado pelas realidades institucionais e psicológicas (ZIMAN, 1999, p. 442).

Pela análise do modo 2 de produção, pode-se inferir que este reflete as mudanças do processo científico e tecnológico, muitas vezes mudanças radicais em práticas e atitudes tradicionais, tais como a desvalorização do trabalho individual dando lugar ao trabalho em equipes multidisciplinares, muitas vezes interligadas virtualmente e podendo até ser regidas por contratos com empresas. Outra mudança diz respeito à revisão por pares, que passa a ser vista como elitista e não suficientemente sistemática para preservar a responsabilidade e o controle de qualidade das pessoas, dos projetos e das atividades, pois não garantirá efetivamente a conquista de segurança, rentabilidade, eficácia e lucro.

Possivelmente, a Ciência pós-acadêmica surge como um produto da junção da Ciência acadêmica com a Ciência industrial, com a existência de um fosso cultural entre ambas, uma vez que a primeira nunca foi totalmente “pura” e a outra não é absolutamente utilitária. Mesmo tendo muitas características em comum, há certa distância entre elas.

A ciência industrial, contrariamente à ciência acadêmica, busca o conhecimento com propósitos práticos específicos. Por essa razão, as suas práticas sociais não são governadas por normas escritas, mas por contextos sistemáticos de regulamentos. Em vez de procurarem “CUDOS”, os cientistas industriais lutam por uma posição bem paga na hierarquia da administração – isto é, por “PLACE” (renome/fama e lugar, respectivamente). Uso esta palavra porque ela é também um acrônimo para certo número de outras maneiras pelas quais a ciência industrial difere marcadamente da ciência acadêmica (ZIMAN, 1999, p. 444).

O acrônimo em inglês “CUDOS” representa o *ethos* mertoniano da Ciência, como já descrito anteriormente, o comunalismo (*communalism*), o universalismo (*universalism*), o desinteresse (*disinterestedness*), a originalidade (*originality*) e o ceticismo (*scepticism*). Em contrapartida, o acrônimo “PLACE” representa, segundo Ziman (1999), as características da Ciência industrial, que é proprietária (*proprietary*), pelo fato de os resultados de suas pesquisas tornarem-se patentes de propriedade da indústria e não um conhecimento público. É local (*local*) pelo fato de a pesquisa freqüentemente ser aplicada apenas a um produto particular destinado a clientes particulares. É autoritária (*authoritarian*) pelo fato de os cientistas industriais terem de fazer aquilo que os seus diretores lhes dizem. É comissionada (*commissioned*) porque os problemas pesquisados são decididos pelos diretores para servir aos propósitos da indústria, e, por fim, é perita (*expert*) pelo fato de os cientistas serem usados, sobretudo como solucionadores profissionais de problemas, não considerando a possibilidade de eles serem críticos e originais.

Entretanto, isso não significa considerar que a Ciência industrial é inferior à Ciência acadêmica; ao contrário, é muitas vezes tão excelente quanto esta, como pode ser observado na indústria farmacêutica. É igualmente de grande utilidade social, já que é o meio através do qual o conhecimento científico básico é transformado em tecnologia e transposto ao cotidiano. Mas, por essa razão, a Ciência industrial é organizada de um modo muito semelhante ao de outras empresas sociais racionalmente geridas, tais como o Governo ou o comércio. Assim, é possível considerar que a Ciência industrial não é “peculiarmente científica”. De fato, sua cultura é muito diversificada, já que um laboratório industrial é apenas uma componente especializada da empresa comercial ou governamental à qual serve. Quando, por exemplo, essa empresa é muito burocrática ou hierarquizada, então a Ciência correspondente é também organizada burocraticamente ou hierarquicamente (ZIMAN, 1999, p. 445).

1.4 – Natureza da Tecnologia

A definição da palavra Tecnologia, assim como a definição de Ciência, não é uma tarefa simples, capaz de um resultado consensual e universal, pois está sujeita a um conjunto de relações e pontos de vista distintos. Quanto ao seu significado, não é o mesmo que o do passado e pessoas de diferentes áreas o compreendem de modos diferentes (OSORIO, 2002). Em relação à definição da palavra tecnologia, Santos (1999, p. 88) relata que na língua inglesa “*technology*” abrange conotações que na língua francesa se diferenciam em duas palavras: “*technique*” (conhecimento organizado e competências) e “*technologie*” (tecnologia científica). Semelhantemente à língua francesa, no português têm-se as duas palavras: técnica (processos transformadores e de invenção) e tecnologia (conjunto de conhecimentos). Entretanto, considerando o substantivo grego “*technè*” (arte ou habilidade), raiz da palavra tecnologia, pode-se considerar a Tecnologia em termos de atividade intencional e racional de transformação do meio que envolve fundamentalmente o raciocínio teórico.

Para Osorio (2002) e Núñez (1999), a Tecnologia pode ser caracterizada a partir de três enfoques – instrumental, cognitivo e sistêmico. O primeiro representa a concepção mais tradicional e reducionista, pois considera que as tecnologias são ferramentas construídas para resolução de tarefas, resultados do conhecimento técnico e de técnicas empíricas. Esse tipo de concepção separa as tecnologias do seu contexto social, econômico e político, pois nessa perspectiva elas são consideradas produtos neutros que podem ser usados para o mal ou para o bem, ou seja, não estão sujeitas a um debate ético e social prévio, o que colocaria a sociedade como responsável pelo seu uso. Em virtude disso, aceita-se que a Tecnologia pode ter seus efeitos negativos (por exemplo, poluentes), sendo isso um inconveniente extrínseco a ela, à política social ou a algo semelhante, o que reduz consideravelmente o âmbito das avaliações e das análises críticas a seu respeito e ignora os interesses sociais, econômicos e políticos daqueles que a planejam, desenvolvem, financiam e controlam. Entretanto, a Tecnologia, mais que um resultado único e inexorável, teria que ser vista como um processo social, uma prática que integra fatores psicológicos, sociais, econômicos, políticos, culturais, sempre influenciada por valores e interesses.

O segundo enfoque é o cognitivo, que representa uma concepção na qual se utiliza algum critério específico para diferenciar a Técnica da Tecnologia, definindo a Tecnologia como o produto da aplicação da Ciência, enquanto a Técnica consiste de experiências adquiridas pela atividade empírica, sem o conhecimento científico e sem

precisão. Nessa perspectiva, a Ciência é o conhecimento teórico relacionado à procura por novas leis da natureza, a qual é conduzida pela arrogância e liberdade de espírito. As teorias com as quais trabalham os tecnólogos são menos complexas do que as científicas, ou seja, o saber científico é considerado superior ao tecnológico. As teorias tecnológicas são também derivadas das científicas. No entanto, podem existir teorias que não gerem tecnologias (NÚÑEZ, 1999). O enfoque cognitivo faz com que surja o questionamento de que sempre a Tecnologia é a Ciência aplicada, contudo, esse questionamento deve ser ampliado para a compreensão de que a Ciência e a Tecnologia são subculturas simetricamente independentes (OSORIO, 2002).

O enfoque sistêmico descreve que a Tecnologia não depende da Ciência, ou seja, representa um conjunto de artefatos e ferramentas, consistindo no produto de uma unidade complexa, da qual fazem parte os materiais, os artefatos e os agentes que a transformam. O fator fundamental dessa perspectiva é o desenvolvimento tecnológico como inovação social e cultural, o que envolve não somente as tradicionais referências de mercado, mas também os aspectos organizativos, éticos e culturais (OSORIO, 2002).

Esses enfoques apresentam concepções que não reconhecem que a tarefa da Tecnologia é a busca sistemática do melhor dentro de um campo de possibilidades. Assim, a Tecnologia não se identifica com alguns produtos nem com a Ciência aplicada, dado que há decisões e ações propriamente tecnológicas influenciadas por critérios de otimização afetados por circunstâncias sociais. Por exemplo, a industrialização da agricultura não ocorreu simplesmente com a introdução de equipamentos ou maquinarias na execução dos processos agrícolas. Ela foi, sobretudo, algo que se baseou numa compreensão da natureza, da ação humana sobre ela e da adoção de decisões que partiram de racionalidades econômicas e sociais de valores e interesses. Contudo, as relações da Tecnologia com a Sociedade são muito complexas e estabelecem uma influência mútua: se por um lado a Sociedade dita as prioridades e necessidades tecnológicas, por outro a Tecnologia também atua sobre a organização social e a distribuição de poder.

De acordo com Pacey (1990, apud OSORIO, 2002), existem duas definições para Tecnologia, uma restrita e outra geral. A primeira considera apenas seu aspecto técnico – conhecimento, habilidades, ferramentas, máquinas. A segunda inclui os aspectos organizativos – atividade econômica e industrial, atividade profissional, usuários e consumidores – e os aspectos culturais – objetivos, valores e códigos éticos, códigos comportamentais. Entre todos esses aspectos, existem tensões e inter-relações que produzem mudanças e ajustes recíprocos. Portanto, o fenômeno tecnológico deve ser estudado e

conduzido em seu conjunto, como uma prática social, tornando sempre evidentes os valores culturais. As soluções técnicas devem ser consideradas sempre em relação aos aspectos organizativos e culturais. Em outros termos, tais soluções são só um dos aspectos do problema: os aspectos organizativos e os valores implícitos também devem ser analisados durante os processos de inovação, difusão e transferência da Tecnologia. A superação do enfoque extremamente técnico conduz à definição com maior precisão do papel dos técnicos no processo social de desenvolvimento de novas tecnologias. Nesse sentido, é imprescindível que durante o processo tecnológico se conte não só com as expectativas, percepções e cautela dos técnicos, mas também com a participação pública.

Contudo, Santos (1999, p. 87) ressalta que é necessário que haja uma reflexão profunda e menos comum sobre a Tecnologia e sobre as forças de mudança que se têm abatido sobre ela. Reflexão essa que incida menos no seu valor instrumental e mais no seu valor substantivo. A autora em questão relata que a divulgação da palavra Tecnologia raramente corresponde a:

- Um avanço na compreensão do seu sentido;
- Uma confiança para lidar com objetos técnicos a que ela se associa;
- Uma utilização pelo cidadão comum de conhecimentos tecnológicos na sua vida cotidiana, individual e social;
- Um modo de compreensão da nossa própria ação sobre o mundo;
- Uma competência para emitir opiniões racionais fundamentadas sobre aspectos tecnológicos que nos afetam a todos;
- Uma integração de aspectos tecnocientíficos em decisões pessoais, sociais, éticas, políticas;
- Uma reflexão sobre as complexas relações epistemológicas, axiológicas e praxiológicas entre Ciência e Tecnologia e entre Ciência/Tecnologia e Sociedade.

Partindo dessa reflexão, torna-se necessário a compreensão das visões do instrumentalismo, do determinismo, do substantivismo e da teoria crítica sobre a Tecnologia com base nas críticas realizadas por Feenberg (2002). A primeira dessas quatro visões é a do instrumentalismo, que, segundo o autor, é a mais aceita, ou seja, é a visão moderna padrão. Ela combina percepções do controle humano da tecnologia e da neutralidade de valores. Baseia-se na idéia consensual de que as tecnologias são “ferramentas” ou instrumentos com os quais seus usuários satisfazem suas necessidades, determinando desse modo a direção do desenvolvimento. A neutralidade sociopolítica da Tecnologia é atribuída ao seu caráter “racional” (FEENBERG, 2002, p. 5). Nesse sentido, segundo o autor:

O substantivismo identifica a tecnologia enquanto uma ideologia específica hostil à reflexão. É verdade que, abstratamente concebida, a tecnologia guarda uma certa afinidade para o positivismo, mas isso é precisamente porque cada elemento de reflexividade tem sido deixado para trás na extração de sua essência da história (FEENBERG, 2001, p. 207).

A segunda visão é a do determinismo tecnológico, na qual a Tecnologia não seria controlada pelo homem, pois é ela que determina a organização social mediante as exigências de eficiência e progresso. Utilizando-se do avanço do conhecimento do mundo natural, considerado verdadeiro e neutro, molda e leva a sociedade para um futuro promissor. Assim, essa visão combina autonomia e neutralidade para explicar a lógica funcional da Tecnologia, que pode ser entendida como algo que não incorpora os valores sociais do ambiente no qual é gerada.

A terceira é a do substantivismo, que entende a Tecnologia como um sistema cultural dotado de autonomia e portador de valores. Em consequência, ela não poderia ser usada para viabilizar propósitos de indivíduos ou sociedades que patrocinem outros valores, ou seja, deixaria de ser meramente instrumental. A Tecnologia, desse modo, tenderia inevitavelmente a se associar com os valores imanentes da sociedade tecnológica, como a eficiência, o controle e o poder.

A quarta visão é a da teoria crítica, segundo a qual são reconhecidas as consequências do desenvolvimento tecnológico pelo substantivismo, mas sem abster-se de uma promessa de liberdade. Assim, a teoria crítica se apresenta como um meio termo entre as teorias do instrumentalismo e do substantivismo. Contudo, com ela pretende-se superar tais teorias, aceitando-se o argumento das teorias substantivas de que:

a natureza tecnológica é mais do que a soma de ferramentas e, de fato, estrutura o mundo a despeito das intenções dos usuários. Ao escolher nossa tecnologia, nós nos tornamos o que nós somos, o que às vezes molda as nossas escolhas futuras. O ato de escolher está agora tão embutido de tecnologia que ele não pode ser entendido como um ‘uso’ livre no sentido pretendido pela teoria instrumental (FEENBERG, 1991, p. 14).

Contudo, esse autor salienta que a teoria crítica da tecnologia não concorda com a posição do substantivismo de que “a modernidade está exemplificada de uma vez por todas pelo tipo de lógica fragmentada, autoritária e orientada para o consumo conforme se observa no Ocidente” (FEENBERG, 1991, p. 14). Assim, o que poderia explicar a pertinência de um conceito retificado de Tecnologia é a própria estrutura social da sociedade capitalista tecnologicamente desenvolvida.

Nos assuntos práticos do dia-a-dia, a tecnologia se apresenta para nós primeiro e acima de tudo por sua função. Nós a encontramos como essencialmente orientada a um uso. Naturalmente estamos conscientes dos recursos como objetos físicos que possuem muitas qualidades que nada têm a ver com sua função, por exemplo, beleza, feiúra, mas tendemos a ver estas como secundárias (FEENBERG, 2001, p. 211).

1.5 – Interação Ciência-Tecnologia

Considera-se que a Ciência e a Tecnologia não possuem a mesma natureza, pois são detentoras de filosofias, práticas e argumentações próprias. Entretanto, há vínculos entre elas que não são exageradamente fortes para que não se consiga considerar que cada uma possui seu próprio corpo de conhecimentos ou que não se consiga falar de uma sem considerar a outra: “são antes laços que as unem” e as fazem depender uma da outra (SANTOS, 1999, p.140). Contudo, essa perspectiva interacionista não foi sempre o paradigma vigente nem emergiu de uma forma brusca e repentina, pois consiste do resultado de um processo lento, fruto da reflexão de vários pensadores e com certeza da evolução histórica de cada uma das suas dimensões.

Ao longo da história, constata-se que, se por um lado a Tecnologia se relaciona com a Ciência, é ainda maior e talvez mais forte a relação e a interação que ela mantém com a Sociedade, absorvendo suas preferências e realizando modificações nela. Assim, a Sociedade funciona como motor da Tecnologia e, por outro lado, a Tecnologia funciona como motor da Sociedade. Essa idéia ressalta o fato de ser inconcebível compreender a Tecnologia fora da Sociedade (SANTOS, 1999).

Acevedo (2006) descreve que a compreensão das relações entre a Ciência e a Tecnologia pode ser controversa, pois abarca concepções pouco plausíveis que podem ser sintetizadas pelos modelos propostos por Niiniluoto (1997, apud ACEVEDO, 2006, p. 206), representados na figura 2 e resumidos a seguir:

- 1 - A Ciência e a Tecnologia são independentes do ponto de vista ontológico (cada uma tem sua própria entidade). Também são causalmente independentes ou quase independentes.
- 2 - A Ciência e a Tecnologia têm independência ontológica, porém existe interação por parte de ambas.
- 3 - A Tecnologia é considerada sinônimo de Ciência aplicada se subordinada hierarquicamente à Ciência a partir de uma perspectiva ontológica, podendo reduzir-se a ela.
- 4 - A Ciência se subordina à Tecnologia e pode reduzir-se a ela, ou seja, possui uma dependência ontológica em relação à Tecnologia.
- 5 - A Ciência e a Tecnologia são mais ou menos a mesma coisa (tecnociência pós-moderna), não se diferenciando ontologicamente.

Considerar a Ciência e a Tecnologia ontologicamente independentes ou quase independentes (modelo dualista - 1) é reconhecer que ambas foram se desenvolvendo com modos de operar diferenciados. “A aparição das duas modalidades, uma teórica e outra prática, exprime a ruptura de uma unidade primeira que era ao mesmo tempo conhecimento e ação” (SIMONDON, 1989, p. 203, apud SANTOS, 1999). Desse modo, pode-se considerar

científicas com base no argumento de que são elas que inspiram a criatividade tecnológica e racionalizam as práticas tecnológicas existentes.

A quarta relação do modelo proposto por Niiniluoto (1997) é nomeada por Santos (1999, p. 146) como “abordagem do tipo materialista”. Ela é o inverso da anterior, pois a Tecnologia precede a Ciência, num contexto ontológico e histórico. Desse modo, essa abordagem é defendida utilizando-se argumentos ontológicos (a Tecnologia é uma necessidade imprescindível à geração de idéias científicas) e históricos (por exemplo, os instrumentos ópticos, que foram criados antes das leis de reflexão, refração, etc.).

O quinto modelo é nomeado por Santos (id., p.147) como “abordagem do tipo interacionista”, na qual a relação entre a Ciência e a Tecnologia ocorre como uma “simbiose”, que recebe o nome de Tecnociência. Ela traz consigo a idéia de que “os conhecimentos e as competências da Ciência servem freqüentemente, mas não exclusivamente, de instrumentos intelectuais à Tecnologia bem como os da Tecnologia servem de instrumentos materiais à Ciência”. Atualmente, têm-se como principal exemplo dessa abordagem as pesquisas em engenharia genética e biotecnologia, nas quais se pode observar que as possibilidades de contribuição da Ciência para o desenvolvimento de competências tecnológicas são muitas e complexas. Entre essas contribuições, destaca-se a aptidão de identificar e controlar variáveis e de estabelecer modos de operar e conduzir experiências sistemáticas para otimizar o desempenho de um determinado dispositivo.

1.6 – Revisão de pesquisas referentes a concepções sobre a Natureza da Ciência

Para Lederman (2007), o estudo das concepções de estudantes e professores sobre a Natureza da Ciência continua prioritário na função de propiciar subsídios e referências para o desenvolvimento e melhoria do ensino de Ciências e para a pesquisa na área, fato observado na breve revisão realizada sobre pesquisas que estudaram as concepções de professores sobre a Natureza da Ciência.

Desse modo, inicialmente cita-se a pesquisa realizada por Rubba e Harkness (1993), que utilizaram como instrumento de coleta de dados o questionário *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) (AIKENHEAD, RYAN, FLEMING, 1989), o qual foi submetido a um esquema de categorização das respostas. Essa pesquisa contou com a participação de 26 professores estagiários e 19 professores em serviço, agrupados em dois grupos. As respostas dadas ao questionário foram categorizadas como: “realista”, quando expressava uma concepção apropriada da Natureza da Ciência e Tecnologia e suas interações com a Sociedade; “com mérito”, quando expressava uma concepção não realista, mas com expressões válidas sobre o tema; e “ingênua”, quando expressava uma visão inadequada ou imprópria sobre o tema. Os autores concluíram que as concepções dos professores de ambos os grupos eram equivalentes; revelando que grande parte deles definia Ciência como o processo de explorar coisas novas sobre o Mundo e o Universo e de entender como elas funcionam (concepção “com mérito”). Constataram, ainda, que a maioria dos professores estagiários apresentava uma visão “realista” sobre a forma como se faz Ciência, ao passo que 42% dos professores em serviço apresentavam uma visão “ingênua” sobre o processo científico, sendo que 21% consideravam que se faz Ciência recorrendo a uma seqüência de etapas. A pesquisa também revelou que a maioria dos professores estagiários e em serviço considerava que as hipóteses, as teorias e as leis eram desenvolvidas em etapas (concepção “ingênua”), que a maioria dos professores não distinguia Ciência de Tecnologia e que, apesar de reconhecerem a existência de relações CTS, não conseguiam explicá-las.

Kouladis e Ogborn (1995), numa pesquisa com 54 professores experientes e 40 recém-formados, observaram que estes apresentavam uma concepção do método científico como parte da definição de Ciência e que consideravam o conhecimento científico essencialmente idêntico a outras formas de conhecimento. Contrariamente, Abd-El-Khalick, Bell e Lederman (1998), numa pesquisa realizada com 14 professores estagiários do ensino médio, concluíram que todos reconheceram que a Ciência tem uma base empírica, o que a

possibilita diferir de outras formas de conhecimento; todos reconheceram a criatividade e a subjetividade como inerentes ao conhecimento científico; praticamente todos reconheceram a diferença entre observação e inferência e apenas alguns professores claramente diferenciaram leis de teorias.

Abd-El-Khalick e BouJaoude (1997) realizaram uma pesquisa com 20 professores universitários da área de exatas, com o objetivo de descrever os conhecimentos específicos sobre estrutura, função e desenvolvimento de suas disciplinas por meio de entrevistas e mapas conceituais e verificar a compreensão desses professores sobre a Natureza da Ciência, tendo sido utilizada como instrumento de coleta uma versão adaptada do questionário VOSTS. Os autores observaram que os professores possuíam visões ingênuas sobre a Natureza da Ciência e não demonstraram conhecimentos adequados sobre a estrutura, função e desenvolvimento de suas disciplinas. Os autores concluíram então que os programas de formação dos quais esses professores participavam pouco estavam ajudando para o desenvolvimento de uma base de conhecimentos necessária para ensinar Ciência.

Akerson, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) avaliaram a influência de uma aproximação reflexiva e explícita de atividades desenvolvidas num curso que envolvia alguns aspectos (empírico, subjetivo, imaginativo, criativo, social, cultural, etc.) sobre a Natureza da Ciência, direcionado a 25 estudantes universitários e 25 professores estagiários matriculados em duas disciplinas do curso investigado. Foram aplicados questionários e entrevistas aos participantes antes do início do curso e ao seu término. Inicialmente, os autores observaram que grande parte dos participantes possuía concepções ingênuas sobre os aspectos abordados na pesquisa. As avaliações realizadas após o curso indicaram que os participantes tiveram alterações significativas em suas concepções sobre a Natureza da Ciência. Os autores observaram resultados menos significativos relacionados aos aspectos subjetivo, social e cultural da Ciência. Contudo, segundo os autores, os resultados indicaram que a atenção explícita e reflexiva aos aspectos sobre a Natureza da Ciência se mostra como uma maneira eficaz para ampliar a compreensão dos professores sobre esse tema.

Schwartz e Lederman (2002) investigaram o conhecimento, as intenções e as práticas de ensino de dois professores de Ciência do ensino médio, o que eles compreendem e como ensinam sobre a Natureza da Ciência, durante o período em que eram estudantes e durante o primeiro ano deles como professores. Os resultados mostraram que a compreensão profunda da Natureza da Ciência, do assunto a ser ensinado, da relação entre a Natureza da Ciência e os assuntos científicos afetou o modo como os professores aprendem e ensinam sobre a Natureza da Ciência. De acordo com os autores, o professor com maior conhecimento

sobre a matéria a ser ensinada demonstrou maior domínio sobre a Natureza da Ciência durante sua prática didática. Por sua vez, o professor que demonstrou possuir menor conhecimento sobre a matéria que ensinava foi limitado em relação à integração dos conteúdos de Ciência ensinados com tópicos referentes à Natureza da Ciência. Nesse sentido, os autores concluíram que o conhecimento sobre o assunto a ser ensinado foi um fator que mediou o ensino bem-sucedido sobre a Natureza da Ciência.

Bell e Lederman (2003) realizaram uma pesquisa com 21 pesquisadores e professores de diferentes áreas (humanas, exatas e biológicas) e de universidades geograficamente distantes, com o objetivo de verificar o papel do conhecimento sobre a Natureza da Ciência na tomada de decisão sobre assuntos relacionados à Ciência e à Tecnologia, e delinear os fatores e argumentos associados a essas decisões. Inicialmente, os participantes responderam a um questionário com questões abertas e posteriormente participaram de entrevistas. Eles foram divididos em dois grupos, segundo as visões divergentes apresentadas sobre a Natureza da Ciência. Em outra etapa da pesquisa, um segundo questionário com questões abertas e entrevista foram aplicados com o objetivo de fornecerem dados para comparações das estratégias utilizadas para a tomada de decisões em momentos diferentes. Como resultado, os autores constataram que as decisões dos dois grupos foram influenciadas por valores pessoais, morais, éticos e interesses sociais, e que para isso não utilizaram seus conhecimentos sobre a Natureza da Ciência. Os autores concluíram que a tomada de decisão é uma ação complexa e que os dados não revelaram a hipótese inicial de que a compreensão da Natureza da Ciência contribui para a tomada de decisões envolvendo questões científicas e tecnológicas.

Abd-El-Khalick (2005) realizou um estudo cujo intuito foi verificar o impacto de um curso de filosofia da Ciência, com abordagem explícita e reflexiva, sobre a compreensão da Natureza da Ciência. Participaram 56 pós-graduandos e professores estagiários de Ciências do ensino médio, todos matriculados no curso. Entre os participantes 10 também cursavam um curso de filosofia direcionado a alunos de graduação. Como instrumentos de coleta de dados, utilizou-se um questionário e entrevistas, os quais foram aplicados antes e após o curso para avaliar a compreensão dos participantes sobre a Natureza da Ciência. Os resultados indicaram que os participantes que se matricularam nos dois cursos demonstraram ter desenvolvido compreensões mais profundas e coerentes sobre o tema. O autor observou também uma mudança nas preocupações dos participantes sobre a Natureza da Ciência de técnica para prática, demonstrada durante as discussões realizadas no curso.

Morrison, Raab e Ingram (2007), em uma pesquisa com 9 professores, analisaram como as concepções dos professores do ensino fundamental sobre a Natureza da Ciência diferem das concepções dos professores do ensino médio, participantes de um curso de verão com discussões sobre a Natureza da Ciência com cientistas e a colaboração desses professores nas pesquisas dos mesmos. A meta do curso foi inserir os professores do ensino fundamental e médio em um ambiente científico onde pudessem discutir idéias sobre a Natureza da Ciência, conceitos de Ciência e metodologia com os cientistas. Para a coleta de dados aplicaram-se entrevistas, questionários, construção de textos reflexivos e gravações das discussões. Segundo os autores, os resultados indicam que os professores com experiências prévias em pesquisa não mudaram suas concepções sobre os cientistas ou a Natureza da Ciência; todos, exceto um professor, aperfeiçoaram seus conhecimentos sobre a área.

Capítulo II – Metodologia

2.1 – Caracterização dos participantes

Esta pesquisa contou com a participação de oito professores de Ciências do ensino fundamental, dos quais sete também lecionam Biologia e um leciona Química no ensino médio. Todos trabalham em escolas públicas estaduais e/ou municipais da cidade de São Carlos. Esses professores foram escolhidos pelo fato de a pesquisadora já ter trabalhado com eles num mesmo projeto² de formação continuada de professores durante um ano, no qual a presente pesquisadora foi estagiária. Ademais, a escolha levou em conta a cidade onde eles lecionam: São Carlos. No quadro 2.1, apresentam-se os dados sobre a formação e atuação profissional dos professores participantes, observando-se que seus nomes são fictícios.

Nome	Formação Inicial	Pós-graduação	Tempo de magistério	Séries e disciplinas que lecionaram em 2006 ³
Matheus	Química, 1974.	---	32 anos	Ciências (6 ^a , 7 ^a e 8 ^a EF) e Química (1 ^a EM)
Rosângela	Ciências Biológicas, 1987.	----	19 anos	Ciências (5 ^a a 8 ^a EF)
Maurício	Ciências Biológicas, 1990.	----	17 anos	Ciências (6 ^a e 8 ^a EF) e Biologia (1 ^a e 3 ^a EM)
Vanda	Ciências Biológicas, 1989.	Mestrado em Microbiologia, 1994.	15 anos	Ciências (7 ^a e 8 ^a EF) e Biologia (1 ^a e 2 ^a EM)
Marina	Ciências Biológicas, 1999; Pedagogia, 2002.	Especialização em Recursos Hídricos, 2000.	16 anos	Ciências (6 ^a e 7 ^a EF)
Sílvio	Ciências Biológicas, 1994.	----	10 anos	Ciências (7 ^a e 8 ^a EF) e Biologia (1 ^a EM)
Regina	Ciências Biológicas, 1997.	Especialização em Ciências da Pedagogia, 2000.	10 anos	Biologia (1 ^a , 2 ^a e 3 ^a EM)
Marlene	Ciências Biológicas, 2000.	Especialização em Educação Ambiental, 2000.	8 anos	Ciências (5 ^a , 7 ^a e 8 ^a EF)

Quadro 2.1 – Dados sobre a formação e a atuação profissional dos professores.

² “Ensino e aprendizagem de tópicos de biologia molecular e suas tecnologias associadas para alunos do ensino fundamental” (Programa Ensino Público – Fapesp, Processo: 04/15467-2), que teve início em abril de 2005 e terminou em fevereiro de 2007, sendo coordenado pela Prof^a. Dr^a. Nelma Regina Segnini Bossolan, do Instituto de Física de São Carlos (IFSC-USP). Esse projeto estabeleceu uma parceria entre o Instituto de Física de São Carlos e o Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural (CBME/CEPID/FAPESP).

³ EF – Ensino Fundamental, EM – Ensino Médio.

2.2 - Procedimentos e instrumentos para a coleta de dados

Nesta pesquisa prevalece o caráter qualitativo, segundo uma abordagem interpretativa, de modo que os dados são interpretados em termos dos significados que a pesquisadora atribui a eles pautada na literatura. Esta pesquisa também possui um caráter quantitativo proveniente dos dados obtidos com a análise da categorização das frases do questionário VOSTS. Utilizaram-se como instrumentos de coleta de dados: uma versão abreviada e adaptada do questionário VOSTS (Apêndice A) e um protocolo de entrevista semi-estruturada (Apêndice B).

2.2.1 – Questionário VOSTS

2.2.1.1 – Caracterização do questionário VOSTS

As questões do questionário utilizado nesta pesquisa foram baseadas no questionário *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) (AIKENHEAD, RYAN, FLEMING, 1989). Esse questionário foi elaborado por um grupo de pesquisadores liderados por Aikenhead, Ryan e Fleming, da Universidade de Saskatchewan, no Canadá, com o objetivo de avaliar as concepções sobre a Natureza da Ciência em uma perspectiva de interligação da Ciência com a Tecnologia e com a Sociedade. As questões do questionário VOSTS fazem parte de um conjunto desenvolvido empiricamente, no qual as alternativas de resposta para cada questão foram obtidas num estudo prévio com uma ampla amostra de estudantes (AIKENHEAD e RYAN, 1992).

Optou-se por utilizar um instrumento de coleta de dados baseado no questionário VOSTS, pois, conforme Aikenhead e Ryan (1992), esse questionário foi desenvolvido com o intuito de ultrapassar as limitações dos instrumentos já existentes para a avaliação das concepções sobre a Natureza da Ciência, tanto de estudantes como de professores (VÁZQUEZ et al., 2007; ACEVEDO et al., 2007; RUBBA, SCHONEWEG e HARKNESS, 1996). Desse modo, não se pretende, por meio do VOSTS, coletar resultados numéricos, mas agregar concepções de quem a ele responde quanto a assuntos relacionados com a Ciência e/ou com a Tecnologia em uma perspectiva de interligação à Sociedade, constituindo essas concepções o domínio das possibilidades de resposta a questões relacionadas a um assunto particular. O uso do questionário VOSTS visa a obtenção de

resultados qualitativos, já que o mesmo, segundo seu proponente, não se enquadra num paradigma empirista dos métodos quantitativos devido à natureza pela qual questões e a forma que foi construído.

O questionário VOSTS é constituído por 114 questões organizadas em oito dimensões: definição de Ciência e de Tecnologia; influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia; influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade; influência na Sociedade da Ciência aprendida na escola; características dos cientistas; construção social do conhecimento científico; construção social da Tecnologia e natureza do conhecimento científico. As frases que compõem suas questões refletem as opiniões dos estudantes que participaram das etapas da sua construção empírica, e não simplesmente a opinião do pesquisador, como é usual em questionários escritos e aplicados em pesquisas sobre a Natureza da Ciência. Essa construção empírica aponta uma legitimidade adicional tanto das questões quanto da sua aplicação, o que, segundo Aikenhead e Ryan (1992), representa a validade inerente ao processo de desenvolvimento empírico efetuado.

A versão completa do questionário VOSTS, com suas 114 questões, demonstra ser muito longa e exigente para sua utilização, não só porque demandaria muito tempo para ser respondida, mas também por consistir numa tarefa fatigante, logo, poderia repercutir negativamente nos resultados obtidos. Nesse sentido, elegeu-se uma versão abreviada e adaptada do questionário VOSTS, composta de 15 questões (Quadro 2.3). O uso dessa versão abreviada permitiu a avaliação das concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS dos professores do ensino fundamental e médio, com a abordagem das seguintes dimensões conceituais: definição de Ciência e Tecnologia, sociologia externa da Ciência (relações entre a comunidade tecnocientífica e a sociedade, tais como a influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia e a influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade), sociologia interna da Ciência (relações sociais dentro da comunidade tecnocientífica, tais como características dos cientistas, construção social do conhecimento científico e construção social da Tecnologia) e epistemologia (natureza do conhecimento científico).

Originalmente, cada questão do questionário VOSTS inicia-se com uma afirmação sobre as interações CTS. A afirmação é seguida de uma lista de posições (frases) sobre as quais se pede para escolher apenas uma, de modo que a opção escolhida seja, supostamente, a que mais tem a ver com a sua concepção. Todas as questões terminam com as mesmas três afirmações. A primeira – “Não compreendi” – inclui os casos em que existe uma palavra-chave ou uma frase que não se compreende. A segunda é: “Não sei o suficiente sobre

o assunto para fazer uma escolha”. Já a terceira – “Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia” – pode ser usada quando nenhuma das posições oferecidas está próxima da concepção do indivíduo ou quando se precisaria combinar mais do que uma escolha em uma posição (AIKENHEAD, RYAN, FLEMING, 1989).

Na versão do questionário VOSTS utilizada nesta pesquisa, elegeu-se um modo de resposta diferente: foram eliminadas as três posições – “Não compreendi”, “Não sei o suficiente sobre o assunto para fazer uma escolha” e “Nenhuma destas escolhas está de acordo com a minha idéia”. No quadro 2.2, apresenta-se uma questão do questionário VOSTS.

10111. Defining science is difficult because science is complex and does many things. But mainly science is:
Your position, basically: (Please read from A to K, and then choose one.)
A. a study of fields such as biology, chemistry and physics.
B. a body of knowledge, such as principles, laws and theories, which explain the world around us (matter, energy and life).
C. exploring the unknown and discovering new things about our world and universe and how they work.
D. carrying out experiments to solve problems of interest about the world around us.
E. inventing or designing things (for example, artificial hearts, computers, space vehicles).
F. finding and using knowledge to make this world a better place to live in (for example, curing diseases, solving pollution and improving agriculture).
G. an organization of people (called scientists) who have ideas and techniques for discovering new knowledge.
H. No one can define science.
I. I don't understand.
J. I don't know enough about this subject to make a choice.
K. None of these choices fits my basic viewpoint.

Quadro 2.2 - Exemplo de questão do questionário VOSTS (AIKENHEAD, FLEMING e RYAN, 1989).

No quadro 2.3, apresentam-se as dimensões e subdimensões das questões selecionadas para a versão abreviada do questionário VOSTS utilizada nesta pesquisa, com referência aos códigos originais.

Dimensão	Subdimensões	Questões	
		Código	Número
Definições			
Definição de Ciência e Tecnologia	Definição de Ciência.	10111	1
	Definição de Tecnologia.	10211	2
	Interdependência da Ciência e da Tecnologia.	10431	3
Sociologia externa à Ciência			
Influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia	Ética.	20411	4
	Instituições educativas.	20511	5
Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade	Responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos.	40111	6
	Criação de problemas sociais.	40311	7
	Resolução de problemas sociais e	40412	8
	Contribuição para o bem-estar econômico.	40531	9
	Contribuição para o pensamento social.	740711	10
Sociologia interna da Ciência			
Características dos cientistas	Motivação pessoal dos cientistas.	60111	11
	Ideologias dos cientistas.	60311	12
Construção social do conhecimento científico	Decisões dos cientistas.	70212	13
Construção social da Tecnologia	Decisões tecnológicas.	80211	14
Epistemologia			
Natureza do conhecimento científico	Aproximação científica para investigações.	90641	15

Quadro 2.3 - Esquema conceitual do questionário VOSTS (adaptado de AIKENHEAD e RYAN, 1992, p. 481-482).

2.2.1.2 – Validação do questionário VOSTS

Nesta pesquisa, considera-se que o questionário VOSTS é um instrumento válido, pois, de acordo com Aikenhead e Ryan (1992), a sua validade está associada à construção das suas questões, à forma das respostas e ao domínio das próprias respostas, que derivaram de tentativas de reflexão subseqüentes ao trabalho conjunto com a população a quem se dirige o questionário. As idéias geradas pela amostra foram aproveitadas como questões ou como alternativas de resposta às questões, o que garantiu ao instrumento uma validade intrínseca capaz de substituir com vantagens as medidas quantitativas geralmente utilizadas.

Aikenhead e Ryan (id.) destacam o processo de construção do VOSTS como principal argumento para a validade do questionário no que se refere às suas qualidades psicométricas e encaminham essa discussão a partir da distinção teórica entre “reconceptualização interna” (MESSICK, 1989 apud AIKENHEAD e RYAN, ib.) e “reconceptualização externa” (MISHLER, 1990, apud AIKENHEAD e RYAN, ib.). Os mesmos autores (ib., p. 487) explicam que com a “reconceptualização interna” pretende-se realizar a reinterpretação e reposição no contexto de um paradigma empírico relacionado às questões centrais associadas à validade ou às formas tradicionais de validade: facial, conteúdo, critério, concorrente e de construto. Com a “reconceptualização externa”, pretende-se ir além das questões técnicas da validade, de modo que seja possível explorar o significado do termo dentro de modelos de pesquisa ou paradigmas diferentes do empírico. Mishler (1990, apud AIKENHEAD e RYAN, 1992) reforça o conceito de validade a partir da noção de construção social do conhecimento. Nesse sentido, ele acredita que o conceito de validade pode ser útil em estudos dos quais derivam pesquisas que não seguem o paradigma experimental típico. Portanto, considerou-se que o questionário VOSTS possui validade e confiabilidade para ser utilizado em uma nova população (e cultura), diferente daquela para a qual o instrumento foi elaborado. Isso é ratificado pelo fato de que “a comunidade científica desenvolveu uma série de parâmetros mínimos que a medida psicométrica deve apresentar para se constituir em instrumento legítimo e válido. Os parâmetros mais básicos referem-se, além da análise dos itens (dificuldade e discriminação), à validade e à confiabilidade do instrumento” (PASQUALI, 2003, p. 66). Logo, como descrevem Aikenhead e Ryan (1992), o questionário VOSTS cumpre esses parâmetros.

2.2.1.3 – *Categorização do questionário VOSTS*

Para a análise e interpretação das questões do questionário VOSTS, realizou-se a categorização das frases ou opções de resposta que compõem as 15 questões selecionadas para este estudo em realista, plausível e simplista, com o objetivo de observar a opinião de professores/pesquisadores brasileiros sobre os temas abordados, de modo a possibilitar a construção de um quadro semelhante ao realizado por outras pesquisas (VÁZQUEZ et al., 2007; ACEVEDO et al., 2007; RUBBA, SCHONEWEG e HARKNESS, 1996). Essa categorização também se torna importante visto que pode gerar implicações diretas para o ensino da Natureza da Ciência e das relações CTS no ensino em geral, pois o questionário VOSTS apresenta questões concretas que podem fazer parte de um currículo que objetive introduzir tais temas no ensino de Ciências.

Optou-se por realizar a categorização da versão adaptada e reduzida do questionário VOSTS, pois, analisando os possíveis modos de análise, observou-se que, se fosse utilizado um método de classificação das respostas em certo/errado, ignorar-se-ia a legitimidade existente nas questões, como relatam Rubba, Schoneweg e Harkness (1996). Segundo estes, Glen Aikenhead, um dos autores do questionário VOSTS, indicou (em comunicação pessoal em 25 de julho de 1991) que, pelo fato de o questionário ter sido construído empiricamente, ele não se enquadraria a métodos tradicionais de análise de dados. Como sugestão, Aikenhead propôs o estabelecimento de três categorias, denominadas *Realistic/Has Merit/Naive*⁴ (R/HM/N). Para a realização desse processo, Rubba, Schoneweg e Harkness (1996) indicam que é necessário que as questões sejam analisadas por especialistas de diferentes áreas. Tendo isso em vista, os autores realizaram a categorização em R/HM/N de 16 questões do questionário VOSTS com a colaboração de cinco pesquisadores. Eles destacam que em algumas questões não existiu consenso entre os pesquisadores devido à discrepância de concepções sobre as interações CTS, fato que pode ser explicado pela falta de reflexão dos pesquisadores sobre tópicos relacionados a determinado assunto. Como solução, os autores recomendam que se trabalhe com pelo menos nove especialistas e que seja usado como critério para decidir qual categoria corresponde à opção de resposta consensual a concordância de pelo menos sete dos nove pesquisadores.

Para nomear as categorias, optou-se por traduzi-las e realizar uma análise semântica das palavras em português utilizando o dicionário Aurélio. Após essa análise,

⁴ Realista/Com mérito/Ingênua.

alteraram-se as nomeações para duas das categorias (plausível e simplista), mantendo-se apenas a nomeação para a primeira (realista). Desse modo, as categorias foram assim nomeadas: Realista⁵/Plausível⁶/Simplista⁷ (R/P/S), correspondendo respectivamente a três concepções:

- **Realista (R)**: representa uma escolha que expressa uma concepção apropriada, de acordo com o conhecimento dialético da história, epistemologia e sociologia sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS que o analista (professor/pesquisador) possui;
- **Plausível (P)**: representa uma escolha parcialmente legítima, com alguns méritos, mas não totalmente realista sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS;
- **Simplista (S)**: representa uma escolha inapropriada.

Para a realização da categorização das opções de respostas para cada questão do questionário VOSTS, contou-se com a participação de 22 professores/pesquisadores (Apêndice-C). Para a escolha dos professores/pesquisadores participantes dessa etapa da pesquisa, inicialmente foram acessados os *sites* das principais universidades do país, posteriormente os *links* dos departamentos de Ciências Humanas, Naturais e Exatas e as listas de docentes, selecionando-se alguns docentes por meio de consulta aos seus currículos, disponíveis na plataforma *Lattes* do CNPq. Em seguida, escolheram-se os professores doutores com alta produtividade nas áreas de Ciências Humanas, Naturais e Exatas. Construiu-se uma lista uniforme, ou seja, com aproximadamente o mesmo número de professores para cada área, totalizando 250 professores/pesquisadores, de universidades públicas e federais das regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Norte do país, das três grandes áreas mencionadas. A partir dessa lista, *e-mails* foram direcionados a cada professor, contendo um texto com explicações sobre o questionário VOSTS, instruções e definições para cada categoria, de modo que fossem evitadas confusões e mal-entendidos. Juntamente com cada *e-mail*, foram enviadas as 15 questões do questionário VOSTS, contendo um total de 97 frases (que representam as alternativas de resposta para cada questão). Do total de 250 professores/pesquisadores, 40 retornaram o *e-mail* relatando a impossibilidade de colaborarem com a pesquisa e outros 22 reenviaram o questionário categorizado.

⁵ Realismo [§ realista]: 1. Atenção à realidade exterior ou valorização do que tem existência real (por oposição às emoções pessoais, à fantasia, ao que é ideal). 2. Noção ou percepção do que é possível fazer ou realizar, na prática. 3. Caráter do que, sendo fictício ou imaginado ou concebido, parece ser verdadeiro ou ter existência real.

⁶ Plausível [do lat. *plausibile*]: *Adj.* 1. Que merece aplauso. 2. Razoável, aceitável, admissível.

⁷ Simplista: *Adj.* Que procede ou raciocina com simplismo; indivíduo simplista; solução simplista. Simplismo: *Sm.* 1. Vício de raciocínio que consiste em desprezar elementos necessários da solução. 2. Uso de meios ou processos demasiado simples.

Para o processo de categorização das opções de respostas em Realista/Plausível/Simplista da versão do questionário VOSTS utilizada nesta pesquisa, contou-se com a participação de professores/pesquisadores (13 mulheres e 9 homens) que possuem formação inicial (Licenciatura e/ou Bacharelado em Ciências Biológicas, Bacharelado em Química, Licenciatura em Matemática, Licenciatura em História, Licenciatura e/ou Bacharelado em Física, Bacharelado em Administração Pública, Bacharelado em Farmácia, Bacharelado em Psicologia, Bacharelado em Ciências Sociais, Bacharelado em Engenharia Elétrica e Química). Esses professores possuem doutorado em: Ciências Biológicas (2), Química (3), Educação (6), Psicologia Social, Física (1), Biologia Genética (1), Política de Ciência e Tecnologia (1), Farmácia (1), *Psychology and Special Needs Education* (1), Ciência Política (1), *Science Education* (2), Teoria e História da Educação (1), Educação Científica e Tecnológica (1) e Educação para a Ciência (1). Alguns também realizaram estudos de pós-doutorado nas seguintes especialidades: Ensino de Ciências (3), Engenharia de Materiais e Metalurgia (1), Ciências Sociais Aplicadas (1), Química (1), Ciência Política (1) e Ciências Agrárias (1). No Apêndice-C, apresenta-se a formação detalhada de cada um dos 22 professores/pesquisadores.

Segundo Acevedo et al. (2007), os pesquisadores podem atuar como juízes com distintas opiniões que se sobrepõem para obter os acordos que se observam quando há um maior número de concordância entre eles. Com esse método, pretende-se estabelecer validade ao processo de categorização, pois este é realizado pela comunidade de pesquisadores que permite dar conta da magnitude de consenso sobre semelhante juízo. O autor mencionado aponta que não existe uma norma clara quanto ao número de juízes mais idôneos, mas um número grande de participantes gera uma maior confiabilidade nos resultados. Nesse sentido, considera-se que a participação de 22 professores/pesquisadores na presente pesquisa é apropriada, pois, segundo Pasquali (2003), seis, no mínimo, são necessários para fazer uma avaliação. Esse autor destaca que o item representa bem o fato se houver concordância mínima de 80% quanto à classificação em categorias. Ainda com relação ao número mínimo de juizes, para Rubba, Schoneweg e Harkness (1996), é apropriada a participação de no mínimo nove professores/pesquisadores, devendo ser considerado consenso quando sete tiverem a mesma opinião.

2.2.1.4 – Aplicação do questionário VOSTS

A versão abreviada e adaptada do questionário VOSTS foi aplicada, no primeiro semestre do ano de 2007, a oito professores de Ciências do ensino fundamental, dos quais sete também lecionam Biologia e um leciona Química no ensino médio. Eles atuam em escolas estaduais e municipais da cidade de São Carlos.

2.3 – Características da entrevista semi-estruturada

Segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 134), “a entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma idéia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo”.

Nesta pesquisa, a entrevista semi-estruturada foi utilizada com o intuito de observar as concepções dos professores relativas à Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS. As entrevistas semi-estruturadas que abordaram essas dimensões foram realizadas com os professores Sílvio, Vanda, Maurício e Marlene.

De acordo com Lederman (2007), muitas pesquisas em que se utilizam apenas questionários revelam a ocorrência de algumas discrepâncias nas interpretações das questões por parte de quem responde, fato que compromete a análise dos dados. Nesse sentido, o autor recomenda o uso de outras metodologias juntamente com os questionários, como, por exemplo, entrevistas, observações, discussões, etc. Para Lüdke e André (1986), uma das potencialidades da entrevista é o fato de permitir correções, esclarecimentos e adaptações, o que a torna extremamente eficaz na obtenção das informações desejadas.

A entrevista consiste em uma ferramenta interativa que adquire sentido dentro de um espaço dialógico, no qual o estabelecimento do vínculo entre o entrevistador e os entrevistados gera influências recíprocas, cumprindo uma função essencial na qualidade dos indicadores empíricos produzidos. Dessa forma, o papel do pesquisador não se restringe à atividade de perguntar. Igualmente, o papel do sujeito pesquisado não se restringe a responder às questões formuladas pelo pesquisador, pois as suas respostas não estão prontas *a priori*, mas são verdadeiras construções pessoais implicadas no espaço dialógico da entrevista e no tipo de vinculação estabelecido com o entrevistador (GONZÁLEZ, 1999).

Nesta pesquisa, optou-se pela entrevista semi-estruturada em detrimento da entrevista estruturada porque a primeira “assemelha-se a uma conversa”, diferenciando-se

pelo nível de controle estabelecido pelo entrevistador no diálogo, como sublinham Gewandsznajder e Mazzotti (1998, p.168). Esse tipo de entrevista se mostrou apropriado, pois, segundo Triviños (1987, p. 147), “deixa que o informante possa seguir espontaneamente as linhas de seu pensamento e de suas experiências dentro do foco principal colocado pelo investigador, o que lhe permite participar da elaboração do conteúdo da pesquisa”. Do mesmo modo, a entrevista semi-estruturada atenta para uma interação entrevistador-entrevistado e é norteada por um esquema básico que ao se realizar pode sofrer modificações e adaptações (LÜDKE e ANDRÉ, 1986).

A entrevista semi-estruturada caracteriza-se pela utilização de um roteiro suficientemente flexível para permitir ao entrevistador a coleta de dados relativos a dimensões esperadas do tópico em estudo (BOGDAN e BIKLEN, 1994). O roteiro da entrevista semi-estruturada realizada é constituído por 10 questões (Apêndice-B), que foram baseadas no questionário VOSTS e abrangeram as seguintes dimensões: (a) definição de Ciência e de Tecnologia (2 questões); (b) influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia (2 questões); (c) influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade (1 questão); (d) características dos cientistas (2 questões); (e) construção social do conhecimento científico (1 questão); (f) construção social da Tecnologia (1 questão) e (g) natureza do conhecimento científico (2 questões).

2.3.1 – Realização da entrevista semi-estruturada

Foram realizadas quatro entrevistas semi-estruturadas (no período de maio/2007 a junho/2007) em uma sala na qual estavam presentes apenas a pesquisadora e o entrevistado (professor). Para seu registro, utilizou-se um gravador digital. Antes do início de cada entrevista, apresentaram-se e discutiram-se os seus objetivos. Ao final, agradeceu-se a colaboração do entrevistado, ressaltando a importância de sua participação e, por vezes, tranquilizando-o sobre as suas respostas, uma vez que dois deles mostraram-se menos confiantes quanto ao seu desempenho. Os tempos de administração da entrevista foram variáveis, situando-se entre os 15 e os 36 minutos, e a seqüência das questões foi a mesma para todos os entrevistados.

2.4 – Análise dos dados

2.4.1 – Análise das respostas ao questionário VOSTS

Optou-se por tratar e analisar os dados recorrendo-se às frequências de escolha em cada questão e tomando-se a categorização das respostas do VOSTS em realista, plausível e simplista, tudo apresentado em quadros. Vázquez, Manassero e Acevedo (2005, p.9) fazem um importante esclarecimento a esse respeito relatando que tal procedimento para avaliar as respostas para as questões do questionário VOSTS não busca simplesmente respostas do tipo verdadeiro ou falso; tampouco corresponde a um sistema absoluto, pois é relativo e feito de acordo com o conhecimento dialético da história, epistemologia e sociologia da Ciência que o professor/pesquisador possui. Segundo esses autores, espera-se que a efetividade ou categorização melhore quando o progresso das controvérsias atuais puder trazer novos esclarecimentos sobre os temas CTS. Eles salientam ainda que a categorização não representa um esquema de classificação das repostas em corretas ou erradas, pois avalia as atitudes de quem responde a partir do conjunto de suas respostas a todas as frases de cada questão como realista, plausível e simplista, e não somente a partir de uma delas. Esses dados também foram interpretados pautando-se na literatura, contudo, considera-se, assim como Freire-Maia (1992), que não é consensual propor definições sobre a Natureza da Ciência, por pelo menos três motivos: toda definição tende a ser incompleta, o tema é complexo e há uma falta de acordo entre os filósofos acerca de uma definição. Desse modo, realizaram-se apenas discussões gerais sobre as dimensões abordadas no questionário.

2.4.2 – Análise das entrevistas

As transcrições das entrevistas foram submetidas a um processo de paráfrase e posteriormente foram analisadas qualitativamente pautando-se na literatura. A paráfrase é muito útil por consistir de um procedimento envolvido na solução de problemas de compreensão. Nesse sentido, Hilgert (1989) relata que por meio de paráfrases garante-se a intercompreensão explicitando (por meio de exemplificações) e especificando, resumindo ou denominando informações da matriz. Desse modo, é importante destacar que

os processos parafrásticos são aqueles pelos quais em todo dizer há sempre algo que se mantém, isto é, o dizível, a memória. A paráfrase representa assim o retorno aos mesmos espaços do dizer. Produzem-se diferentes formulações do mesmo dizer sedimentado (ORLANDI, 2001, p. 36).

A paráfrase também pode ser definida como uma atividade de

reformulação por meio da qual se estabelece, entre um enunciado de origem e um enunciado reformulador, uma relação de equivalência semântica, responsável por deslocamento de sentido que impulsiona a progressividade textual (HILGERT, 1989, p.114).

Na primeira etapa da análise das entrevistas semi-estruturadas, realizou-se a paráfrase dos dados transcritos, não sendo feito um resumo, pois este consiste na redução do texto original mantendo-se apenas as idéias iniciais, na progressão e seqüência em que vão surgindo no texto, o que poderia comprometer a interpretação dos dados. Assim, inicialmente, após diversas leituras, localizaram-se trechos menos relevantes ou que possuíam significados semelhantes, os quais foram suprimidos (primeira redução). Em um segundo momento, quando se julgou necessário, algumas paráfrases semelhantes foram condensadas (segunda redução) (FLICK, 2004). Durante esse procedimento, realizou-se também o processo de paráfrase denominado locutivo (FUCHS, 1982, apud DUARTE, 2003), que conduz a uma decodificação que se alicerça sobre o sentido lingüístico, na qual se realiza um processo de interpretação.

Neste sentido locutivo, a paráfrase, como já asseverado, tem conexão com a função metalingüística, uma vez que estamos tratando de interpretante do código. É interpretante porque a relação se dá entre signos, instaurando o processo de *semiose*. Como tal relação se instaura na língua, diz-se que ocorre no nível do código, por oposição a relações entre signos instauradas pelo contexto discursivo, o que acarreta interpretante do contexto. Mas, no plano locutivo, o que entra em jogo não é apenas a função metalingüística, mas também a função referencial, semelhantemente ao que ocorre na sinonímia léxica, quando estabelecemos relação sinonímica de significados entre dois lexemas, fazendo abstração de aspectos expressivos ou elegendo um aspecto distribucional (DUARTE, 2003, p. 245).

Logo, a realização da paráfrase do conteúdo das entrevistas é relevante nesta pesquisa, não consistindo esta em um estudo lingüístico ou de análise de discurso, haja vista foi utilizada como um recurso para possibilitar uma análise interpretativa pautada na literatura, coerente e concisa. Se, ao contrário, fosse realizado um resumo, o conteúdo seria condensado, o que possivelmente comprometeria a apresentação e análise dos dados. Contudo, a transcrição dos dados na íntegra também não seria uma boa opção visto que a repetição desnecessária de algumas expressões comprometeria a compreensão e análise dos mesmos.

Capítulo III – Apresentação e interpretação dos resultados

3.1 – Aspectos gerais

Neste capítulo, são apresentados e interpretados inicialmente os resultados obtidos por meio da categorização das opções de repostas das 15 questões do questionário VOSTS por 22 professores/pesquisadores. Subseqüentemente, são apresentados e interpretados os resultados da aplicação do questionário VOSTS aos professores de Ciências Naturais do ensino fundamental e ensino médio e da entrevista semi-estruturada realizada com os mesmos.

3.2 - Apresentação dos resultados

3.2.1 – Resultados da categorização do questionário VOSTS

Os resultados obtidos com a categorização das opções de resposta para cada questão assinalada pelos professores/pesquisadores em tabelas foram organizados conforme as dimensões e subdimensões que cada questão aborda (como descrito no Quadro 2.2 no capítulo II), com o texto da questão e suas opções de repostas, uma coluna com as alternativas assinaladas pelos professores/pesquisadores para as três categorias – realista (R), plausível (P) e simplista (S) – e uma coluna para as categorias elegidas.

Em frases nas quais os professores/pesquisadores ficaram divididos entre as três categorias, elegeu-se a categoria plausível quando a soma de votos para as categorias realista e plausível foram maiores do que os votos para a categoria simplista, mesmo que a diferença seja por um voto. E quando os votos para a categoria realista e plausível foram muito próximos, elegeu-se a categoria plausível quando a soma das categorias plausível e simplista foi maior do que a realista, mesmo que a diferença seja por um voto. E, por fim, sendo próximos os votos para as categorias plausível e simplista, com a soma de votos para as categorias realista e plausível maior do que os votos para a simplista, mesmo que a diferença seja por um voto, é eleita a categoria plausível.

Os resultados obtidos para as três questões (tabelas 1, 2 e 3) correspondentes à dimensão *definição de Ciência e de Tecnologia* indicaram que das 20 frases que correspondem às opções de respostas para essas questões duas foram consideradas realistas, oito plausíveis e dez simplistas. Na questão sobre a *definição de Ciência* (tabela 1), não se observou nenhuma frase categorizada como realista e quanto à categorização para as frases plausíveis observou-se que os professores/pesquisadores ficaram divididos entre as categorias realista ou plausível e/ou simplista. Nessa dimensão, foram consideradas realistas as frases referentes às subdimensões *definição de Tecnologia* (tabela 2 frase G) e *interdependência da Ciência e da Tecnologia* (tabela 3 frase B) pelos professores/pesquisadores.

Duas questões abordaram a dimensão *influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia*. A primeira corresponde à subdimensão *ética*, na qual cinco frases foram classificadas como plausíveis e duas como simplistas. As frases categorizadas como plausíveis (frases A, B, D, E, F) consideram de modos diferentes os fatores que vão desde visões de mundo e ideologias até fatores econômicos, políticos, pessoais e religiosos, decisões dos órgãos de fomento externo e da educação que influenciam a Ciência e a Tecnologia. Em relação à questão referente à subdimensão *instituições educativas* (tabela 5), observa-se que das seis frases uma foi categorizada como realista, duas como plausíveis e três como simplistas. Especificamente em relação às frases categorizadas como simplistas, os professores/pesquisadores foram mais consensuais. A frase categorizada como realista (frase C) considera que reconhecer que a Ciência e a Tecnologia afetam a vida cotidiana gera conseqüências evidentes nos âmbitos sociais, culturais e econômicos, entre outros. As frases categorizadas como simplistas (frases D, E, F) descrevem que não deve ser exigido que os estudantes estudem mais Ciência.

As quatro questões relacionadas à dimensão *influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade* abordaram as subdimensões *responsabilidade social dos cientistas*, *criação de problemas sociais*, *resolução de problemas sociais e práticos* e *contribuição para o bem-estar econômico*. Em relação à questão referente à primeira subdimensão (tabela 6), duas das sete frases foram categorizadas como realistas, uma, como plausível e outras quatro, como simplistas. As frases categorizadas como realistas destacam que os cientistas estão preocupados com os efeitos (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas, mas eles não podem saber todos os seus efeitos a longo prazo (frase D) e que estão preocupados, mas têm pouco controle sobre o uso danoso de suas descobertas (frase E).

Em relação à questão referente à subdimensão *criação de problemas sociais* (tabela 7), nenhuma das oito frases foi categorizada como realista, cinco, como plausíveis e

três, como simplistas. Observa-se nessa questão um maior consenso por parte dos professores/pesquisadores ao categorizarem as frases como simplistas. Uma dessas frases destaca que não faz sentido o estabelecimento de compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia (frase E); já as outras duas frases que foram consideradas simplistas descrevem que nem sempre existirão compromissos entre tais efeitos, porque certos desenvolvimentos novos beneficiam a humanidade sem causar efeitos negativos (frase F) e porque os efeitos negativos podem ser eliminados com um planejamento cuidadoso (frase H).

Em relação à questão referente à subdimensão *resolução de problemas sociais e práticos* (tabela 8), em seis frases duas foram categorizadas como realistas, duas, como plausíveis e duas, como simplistas. As frases categorizadas como realistas descrevem que a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a resolução de certos problemas sociais, mas não outros (frase B). A frase C descreve que a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a resolução de certos problemas sociais, mas também podem estar na origem de outros; houve maior consenso em relação a esta do que àquela.. Com respeito à frase E, observa-se que foi a única em todo o questionário que todos os professores/pesquisadores categorizaram da mesma forma, atribuindo a categoria simplista para a afirmação que descreve a dificuldade de observar a contribuição da Ciência e da Tecnologia para a solução de problemas sociais.

Em relação à questão referente à subdimensão *contribuição para o bem-estar econômico* (tabela 9), em seis frases não há nenhuma categorizada como realista, ao passo que três foram categorizadas como plausíveis e as outras três, como simplistas. Observa-se que somente na categorização da frase E os professores/pesquisadores não foram consensuais, possivelmente pelo fato de a questão descrever que a relação custo-benefício é relativa quanto à influência da Tecnologia para melhorar o nível de vida da Sociedade.

Em relação à questão referente à subdimensão *contribuição para o pensamento social* (tabela 10), uma das seis frases foi categorizada como realista, quatro, como plausíveis e uma, como simplista. Nessa questão, observa-se que os professores/pesquisadores não foram consensuais, de modo que na única frase (F) categorizada como simplista há um empate entre as categorias plausível e simplista. Logo, essa frase foi categorizada como simplista, pois não se observou nenhum voto para a categoria realista e, segundo a metodologia proposta, quando a soma de votos para as categorias realista e plausível não é maior do que para a simplista, é eleita a categoria simplista.

Na dimensão *características dos cientistas*, a questão que abordou a subdimensão *motivação pessoal dos cientistas* (tabela 11) apresenta oito frases: uma delas foi

categorizada como realista, cinco, como plausíveis e três, como simplistas. Observa-se nessa questão que os professores/pesquisadores consideram que não se pode generalizar a principal razão que está por trás do trabalho do cientista ao categorizarem a frase H como realista. Na questão que abordou a subdimensão *ideologia dos cientistas* (tabela 12), uma frase foi categorizada como realista, duas, como plausíveis e uma, como simplista. A frase D, considerada realista, descreve que as crenças religiosas afetam a forma com que o cientista trabalha.

Em relação à dimensão *construção social do conhecimento científico*, que abordou uma questão referente à subdimensão *decisões dos cientistas* (tabela 13) em sete frases, uma foi categorizada como realista, seis, como plausíveis e nenhuma, como simplista. Na frase categorizada como realista (frase E), observa-se que os professores/pesquisadores não foram consensuais, contudo, mais da metade concordou que os cientistas não conseguem encontrar um consenso sobre um assunto, por diversas razões, como a falta de fatos, desinformação, teorias diferentes, opiniões pessoais, valores morais e outros motivos pessoais.

Em relação à dimensão *construção social da Tecnologia*, que abordou uma questão referente à subdimensão *decisões tecnológicas* (tabela 14) em sete frases, nenhuma foi categorizada como realista, três foram categorizadas como plausíveis e quatro, como simplistas. Observa-se que os professores foram mais consensuais com respeito às frases categorizadas como simplistas, as quais consideram incondicionalmente, por diversos motivos, que os desenvolvimentos tecnológicos podem ser controlados pela população.

A última dimensão abordada neste estudo refere-se à natureza do conhecimento científico especificamente em relação à questão que abordou a subdimensão *aproximação científica para investigações* (tabela 15). De cinco frases, duas foram consideradas realistas, uma, plausível e duas, simplistas. Nessa questão, observa-se que os professores/pesquisadores categorizaram como simplistas as frases que descreviam que os erros cometidos pelos cientistas em seu trabalho atrasam o avanço da Ciência.

Portanto, das 97 frases, que correspondem às opções de resposta ao questionário, categorizadas pelos 22 professores/pesquisadores, 13 foram categorizadas como realistas, 48, como plausíveis e 36, como simplistas. Desse modo, pode-se constatar que cinco questões não tiveram nenhuma opção de resposta categorizada como realista, estas questões são as seguintes: questão 1 (subdimensão *definição de Ciência*); questão 2 (subdimensão *ética*); questão 7 (subdimensão *criação de problemas sociais*); questão 9 (subdimensão *contribuição para o bem-estar econômico*); questão 14 (subdimensão *decisões tecnológicas*).

De modo geral, essa distribuição revela que não é fácil observar um consenso entre os cientistas em relação a todas as frases referentes às dimensões abordadas no questionário VOSTS (definição de Ciência e de Tecnologia; influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia; influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade; características dos cientistas; construção social do conhecimento científico; construção social da Tecnologia; natureza do conhecimento), visto que desde a construção do mesmo as controvérsias em relação a essas dimensões se ampliaram muito. Contudo, na pesquisa realizada por Rubba, Schoneweg e Harkness (1996), observa-se um maior consenso, que pode ser explicado pelo pequeno número de pesquisadores participantes e por estes serem das mesmas áreas. Nesse estudo, a frase C referente à definição de Ciência (A exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funcionam) foi considerada realista. Na presente pesquisa, dez professores/pesquisadores consideraram a frase C realista, nove, plausível e três, simplista; assim, como o consenso não era aparente, somaram-se os que a consideraram realista e plausível e, tendo em vista que esse valor foi maior do que os votos para a categoria simplista, a frase foi categorizada como plausível. Os resultados obtidos com a categorização das opções de repostas das 15 questões do questionário VOSTS são apresentados nas Tabelas 1 a 15 em seqüência.

Tabela 1 - Resultados da categorização da questão 1, relativa à subdimensão *definição de Ciência*.

Votos (n=22)			Categoria	1. A definição de Ciência é difícil porque se trata de algo complexo e que se ocupa de muitas coisas, todavia, a Ciência é principalmente:
R	P	S		
1	4	17	simplista	A. O estudo de áreas como a Biologia, a Química ou a Física.
7	14	1	plausível	B. Um corpo de conhecimentos, tais como leis e teorias, que explicam o mundo à nossa volta (a matéria, a energia).
10	9	3	plausível	C. A exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funcionam.
3	11	9	plausível	D. O desenvolvimento de experiências com o objetivo de resolver problemas que afetam o mundo em que vivemos.
1	7	14	simplista	E. A invenção ou a criação de, por exemplo, corações artificiais, computadores ou veículos espaciais.
2	14	6	plausível	F. A descoberta e a utilização de conhecimentos para melhorar as condições de vida das pessoas (por exemplo, a cura de doenças, eliminação da poluição, desenvolvimento da agricultura).
1	5	16	simplista	G. Um conjunto de pessoas (os cientistas) que possuem idéias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.
0	3	19	simplista	H. Ninguém pode definir Ciência.

Tabela 2 - Resultados da categorização da questão 2, relativa à subdimensão *definição de Tecnologia*.

Votos (n=22)			Categoria	2. A definição de Tecnologia é difícil porque ela atua em diversos segmentos da Sociedade. Todavia, a Tecnologia é principalmente:
R	P	S		
0	4	18	simplista	A. Muito parecida com a Ciência.
4	11	7	plausível	B. A aplicação da Ciência.
4	14	4	plausível	C. Um conjunto de novos processos, instrumentos, máquinas, utensílios, aparelhos, computadores, coisas práticas que utilizamos no dia-a-dia.
0	9	13	simplista	D. A robótica, eletrônica, informática, automação.
0	8	14	simplista	E. Uma técnica para a resolução de problemas práticos.
0	11	11	simplista	F. Inventar, conceber e testar, por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais.
12	6	4	realista	G. Um conjunto de idéias e técnicas para a concepção de produtos, para a organização do trabalho das pessoas, para o progresso da Sociedade.

Tabela 3 - Resultados da categorização da questão 3, relativa à subdimensão *interdependência da Ciência e da Tecnologia*.

Votos (n=22)			Categoria	3. Os tecnólogos têm seu próprio corpo de conhecimento. Poucos desenvolvimentos em Tecnologia vieram diretamente de descobertas realizadas pela Ciência. Sua posição, basicamente, é:
R	P	S		
2	5	15	simplista	A. A Tecnologia avança principalmente por si própria. Não precisa, necessariamente, das descobertas científicas.
13	7	2	realista	B. A Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e em seu próprio corpo de conhecimento.
0	13	9	plausível	C. Os cientistas e tecnólogos dependem do mesmo corpo de conhecimento, porque Ciência e Tecnologia são muito semelhantes.
Todo desenvolvimento tecnológico se constrói em uma descoberta científica:				
0	9	13	simplista	D. Porque as descobertas científicas sempre são utilizadas para os desenvolvimentos tecnológicos ou para outros usos científicos.
8	10	4	plausível	E. Porque esta lhe fornece informações fundamentais e novas idéias.

Tabela 4 - Resultados da categorização da questão 4, relativa à subdimensão *ética*.

Votos (n=22)			Categoria	4. Algumas culturas têm pontos de vista particulares em relação à natureza e ao homem. Os cientistas e as pesquisas científicas são afetados pelas visões religiosas ou éticas que caracterizam a cultura do local onde o trabalho é realizado. Visões religiosas ou éticas influenciam a pesquisa científica:
R	P	S		
8	9	5	plausível	A. Porque algumas culturas desejam que a pesquisa realizada seja específica para seu próprio benefício.
2	12	8	plausível	B. Porque os cientistas podem escolher inconscientemente pesquisas que apoiariam sua cultura.
0	11	11	simplista	C. Porque a maioria dos cientistas não faz pesquisa que vá contra a sua educação ou suas convicções.
5	11	6	plausível	D. Porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. São essas diferenças individuais dos cientistas que influenciam o tipo de pesquisa a ser feita.
6	14	2	plausível	E. Porque os grupos mais poderosos que representam convicções culturais, políticas ou religiosas apoiarão freqüentemente determinados projetos de pesquisa ou até mesmo impedirão que determinada pesquisa ocorra.
As visões religiosas ou éticas não influenciam a pesquisa científica:				
4	13	5	plausível	F. Porque a pesquisa continua, apesar dos conflitos entre cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos (por exemplo, conflitos sobre a origem e a evolução das espécies).
1	9	12	simplista	G. Porque os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência, não considerando visões culturais ou éticas.

Tabela 5 - Resultados da categorização da questão 5, relativa à subdimensão *instituições educativas*.

Votos (n=22)			Categoria	5. O sucesso da Ciência e da Tecnologia no Brasil depende de termos bons cientistas, engenheiros e técnicos. Conseqüentemente, o Brasil deve exigir que os estudantes estudem mais Ciência na escola. Deve-se exigir dos estudantes que estudem mais Ciência:
R	P	S		
4	11	7	plausível	A. Porque isso é importante para ajudar o Brasil a manter o ritmo de crescimento como os dos outros países.
8	14	0	plausível	B. Porque a Ciência afeta quase todos os aspectos da Sociedade. Como no passado, nosso futuro depende dos bons cientistas e tecnólogos.
15	7	0	realista	C. Deveria ser exigido que os estudantes estudassem mais Ciência, mas orientados por um tipo diferente de curso, no qual aprendessem como a Ciência e a Tecnologia afetam suas vidas cotidianas.
Não deve ser exigido aos estudantes que estudem mais Ciência:				
2	6	14	simplista	D. Porque outros assuntos escolares são igualmente ou mais importantes ao futuro próspero do país.
0	3	19	simplista	E. Porque nem todos trabalharão com Ciências. Além disso, algumas pessoas não gostam de Ciência, logo, o seu estudo seria um desperdício de tempo para elas e as distanciaria ainda mais desse campo do conhecimento.
0	2	20	simplista	F. Porque nem todos os estudantes conseguem entender a Ciência, mesmo que isso lhes ajude em suas vidas.

Tabela 6 - Resultados da categorização da questão 6, relativa à subdimensão *responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos*.

Votos (n=22)			Categoria	6. Os cientistas se preocupam com os efeitos potenciais (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas. Sua posição, basicamente, é:
R	P	S		
0	3	19	simplista	A. Os cientistas procuram somente efeitos benéficos quando descobrem coisas ou quando aplicam suas descobertas.
3	7	13	simplista	B. Os cientistas estão mais preocupados com os possíveis efeitos prejudiciais de suas descobertas, porque o objetivo da Ciência é fazer de nosso mundo um lugar melhor para vivermos. Conseqüentemente, os cientistas testam suas descobertas a fim de impedir que os efeitos prejudiciais ocorram.
5	7	10	simplista	C. Os cientistas estão preocupados com todos os efeitos de suas experiências, porque o objetivo da Ciência é tornar o nosso mundo um lugar melhor para vivermos. Sendo assim, a preocupação em compreender as descobertas da Ciência é uma parte natural de sua realização.
12	10	0	realista	D. Os cientistas estão preocupados, mas eles não podem saber todos os efeitos de longo prazo de suas descobertas.
16	5	1	realista	E. Os cientistas estão preocupados, mas têm pouco controle sobre o uso danoso de suas descobertas.
3	4	15	simplista	F. Depende do campo da Ciência. Por exemplo, na medicina, os cientistas brasileiros estão altamente preocupados. Entretanto, na pesquisa militar ou sobre energia nuclear, os cientistas brasileiros estão menos preocupados.
0	16	6	plausível	G. Os cientistas podem se preocupar, mas isso não os faz parar de pesquisar para a sua própria fama, fortuna ou por puro gosto de realizar descobertas.

Tabela 7 - Resultados da categorização da questão 7, relativa à subdimensão *criação de problemas sociais*.

Votos (n=22)			Categoria	7. Haverá sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia. Sempre há intercâmbios entre benefícios e efeitos negativos:
R	P	S		
3	10	9	plausível	A. Porque todo novo desenvolvimento implica pelo menos um resultado negativo. Se não enfrentarmos os resultados negativos, não progrediremos de modo a desfrutar dos benefícios.
8	13	1	plausível	B. Porque os cientistas não são capazes de prever os efeitos de novos desenvolvimentos em longo prazo, apesar dos cuidadosos planejamentos e testes que realizam. Há que se assumir o risco.
6	13	3	plausível	C. Porque o que beneficia uns pode ser negativo para outros. Depende dos respectivos pontos de vista.
0	14	8	plausível	D. Porque não se podem alcançar resultados positivos sem, previamente, ensaiar uma nova idéia e trabalhar os efeitos negativos.
2	5	15	simplista	E. Mas esse compromisso não faz sentido. Por exemplo, para que conceber sistemas econômicos de mão-de-obra que provocam mais desempregos? Por que defender que um país desenvolva armas nucleares que são uma ameaça generalizada?
Nem sempre existirão compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia:				
5	3	14	simplista	F. Porque certos desenvolvimentos novos beneficiam a humanidade sem causar efeitos negativos.
6	13	3	plausível	G. Porque os efeitos negativos podem ser minimizados com um planejamento cuidadoso e sério e com testes devidamente programados.
3	8	11	simplista	H. Porque os efeitos negativos podem ser eliminados com um planejamento cuidadoso e sério e com testes devidamente programados. De outro modo, um novo desenvolvimento não seria viável.

Tabela 8 - Resultados da categorização da questão 8, relativa à subdimensão *resolução de problemas sociais e práticos*.

Votos (n=22)			Categoria	8. A Ciência e a Tecnologia podem dar grandes contribuições à resolução de problemas, tais como: pobreza, crime, desemprego, doenças, ameaça de guerra nuclear e excessos de população. Sua posição, basicamente, é:
R	P	S		
8	12	2	plausível	A. A Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver graves problemas: a primeira, por meio de novas idéias; a segunda, pelas invenções que desenvolve.
12	10	0	realista	B. A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros.
15	8	0	realista	C. A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas podem também estar na origem de muitos outros.
10	8	4	plausível	D. A contribuição da Ciência e da Tecnologia está aliada com a sua utilização correta por parte das pessoas.
0	0	22	simplista	E. É difícil imaginar em que medida a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a solução de problemas sociais. Estes dizem respeito à natureza humana e tem pouco a ver com a Ciência e Tecnologia.
0	4	18	simplista	F. A Ciência e a Tecnologia tendem a tornar os problemas sociais ainda mais complicados. É esse o preço a pagar pelos avanços científicos e tecnológicos.

Tabela 9 - Resultados da categorização da questão 9, relativa à subdimensão *contribuição para o bem-estar econômico*.

Votos (n=22)			Categoria	9. Mais Tecnologia significa melhor nível de vida.
R	P	S		
0	5	17	simplista	A. Sim. A Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das populações.
2	14	6	plausível	B. Sim. O aumento do conhecimento permite às pessoas resolver seus problemas.
0	5	17	simplista	C. Sim, porque a Tecnologia cria postos de trabalho, prosperidade e contribui para facilitar a vida das pessoas.
1	11	10	plausível	D. Sim, mas só para aqueles que são capazes de utilizá-la.
9	8	5	plausível	E. Sim e não. Mais recursos tecnológicos geram uma vida mais simples, mais saudável e mais eficiente. Porém, mais Tecnologia significa também mais poluição e desemprego, entre outros problemas. O nível de vida pode aumentar, mas a qualidade de vida pode diminuir.
0	7	15	simplista	F. Não. Atualmente, a utilização que se faz da Tecnologia apenas conduz a problemas graves como a poluição e a produção de armas.

Tabela 10 - Resultados da categorização da questão 10, relativa à subdimensão *contribuição para o pensamento social*.

Votos (n=22)			Categoria	10. A Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário porque nos dão palavras e idéias novas. Sua posição, basicamente, é:
R	P	S		
7	8	7	plausível	A. Sim, porque quanto mais você aprende sobre Ciência e Tecnologia, mais seu vocabulário aumenta, e assim mais informação você pode aplicar em seus problemas diários.
7	13	2	plausível	B. Sim, porque nós usamos os produtos da Ciência e da Tecnologia (por exemplo, computadores, microondas, tratamentos médicos). Estes novos produtos adicionam novas palavras ao nosso vocabulário e mudam a maneira como nós pensamos sobre as coisas diárias.
8	12	2	plausível	C. A Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário, mas a maior influência é em relação às novas idéias, invenções e técnicas que ampliam nosso pensamento.
A Ciência e a Tecnologia são poderosas influências em nossas vidas diárias, não apenas por gerar palavras e idéias:				
9	10	3	plausível	D. Mas porque quase tudo o que nós fazemos, e tudo ao nosso redor, de algum modo, tem sido pesquisado pela Ciência e Tecnologia.
13	9	0	realista	E. Mas porque a Ciência e a Tecnologia mudaram o nosso modo de vida.
0	11	11	simplista	F. Não, porque nosso pensamento diário é influenciado na maior parte por coisas não científicas. A Ciência e a Tecnologia só influenciam alguns de nossos pensamentos.

Tabela 11 - Resultados da categorização da questão 11, relativa à subdimensão *motivação pessoal dos cientistas*.

Votos (n=22)			Categoria	11. A maioria dos cientistas brasileiros é motivada a trabalhar exaustivamente. A principal razão por trás dessa motivação pessoal em fazer Ciência é:
R	P	S		
6	11	5	plausível	A. Ganhar reconhecimento, caso contrário o seu trabalho não seria aceito.
0	6	16	simplista	B. Ganhar dinheiro, pois a Sociedade pressiona os cientistas para que eles se esforcem e posteriormente obtenham recompensas financeiras.
0	13	9	plausível	C. Adquirir um pouco de fama, fortuna e poder, porque os cientistas são como qualquer um.
0	14	8	plausível	D. Satisfazer sua própria curiosidade sobre o mundo natural, porque eles gostam de aprender mais o tempo todo e de resolver os mistérios do universo físico e biológico.
2	12	8	plausível	E. Resolver problemas de curiosidade pessoal, descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição, etc.). Essas coisas unidas representam a principal motivação pessoal da maioria dos cientistas.
0	11	11	simplista	F. Inventar e descobrir coisas novas para a Tecnologia.
3	13	6	plausível	G. Descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição, etc.).
13	5	4	realista	H. Não é possível generalizar, porque a principal motivação pessoal dos cientistas varia de um para o outro.

Tabela 12 - Resultados da categorização da questão 12, relativa à subdimensão *ideologias dos cientistas*.

Votos (n=22)			Categoria	12. As crenças religiosas de um cientista não farão diferença nas descobertas científicas ou em seu trabalho.
R	P	S		
0	10	12	simplista	A. As crenças religiosas não afetam o trabalho do cientista. As descobertas científicas são fundamentadas em teorias e em métodos experimentais, e não em crenças religiosas. Estas são exteriores à Ciência.
10	10	2	plausível	B. Depende da religião e também da sua importância ou significado para o cientista.
As crenças religiosas afetam o trabalho do cientista:				
3	17	2	plausível	C. Porque determinam a forma como o cientista avalia as teorias científicas.
12	8	2	realista	D. Porque, várias vezes, as crenças religiosas podem afetar a forma como o cientista trabalha, o problema que seleciona para estudar, a metodologia que irá aplicar, os resultados que irá divulgar, etc.

Tabela 13 - Resultados da categorização da questão 13, relativa à subdimensão *decisões dos cientistas*.

Votos (n=22)			Categoria	13. Quando os cientistas não conseguem encontrar um consenso sobre um assunto (por exemplo, sobre os alimentos transgênicos serem ou não nocivos), isso se deve à não-disposição de todos os fatos, não tendo nada a ver com ética (postura correta ou errada) nem com motivações pessoais (agradar a quem está financiando a pesquisa). Podem não encontrar consenso sobre um determinado assunto:
R	P	S		
0	13	9	plausível	A. Porque nem todos os fatos foram descobertos. A Ciência baseia-se nos fatos observáveis.
3	11	8	plausível	B. Porque cada cientista está atento a fatos distintos. A opinião científica é inteiramente baseada no conhecimento dos fatos por parte dos cientistas e não é possível dispor de conhecimentos de todos os fatos.
4	9	9	plausível	C. Porque os cientistas interpretam os fatos de modo diferente, à luz de diferentes teorias científicas, e não por efeito de valores morais ou motivos pessoais.
10	12	0	plausível	D. Sobretudo, porque os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, mas, em parte, porque diferem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.
12	6	4	realista	E. Por um grande número de razões, como falta de fatos, desinformação, teorias diferentes, opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.
3	16	3	plausível	F. Sobretudo porque existem diferenças em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais.
6	9	7	plausível	G. Porque os cientistas são objetos de influências e pressões por parte do Governo e de empresas.

Tabela 14 - Resultados da categorização da questão 14, relativa à subdimensão *decisões tecnológicas*.

Votos (n=22)			Categoria	14. Os desenvolvimentos tecnológicos podem ser controlados pela população.
R	P	S		
0	5	17	simplista	A. Sim, porque da população vem cada geração de cientistas e de técnicos que contribuirão para o progresso da Tecnologia. Assim, a população vai controlando os desenvolvimentos tecnológicos por meio dos tempos.
0	5	17	simplista	B. Sim, porque os progressos tecnológicos são apoiados e controlados pelo Governo. No ato da eleição do Governo, a população pode controlar o que será apoiado.
1	7	14	simplista	C. Sim, porque a Tecnologia está a serviço das necessidades dos consumidores. Os progressos tecnológicos acontecem em áreas de grande procura e de margem lucrativa.
0	13	9	plausível	D. Sim, mas somente quando se trata de colocar em prática novos desenvolvimentos. A população não tem capacidade para controlar o desenvolvimento inicial.
4	12	6	plausível	E. Sim, mas somente quando se reúnem em organizações ou em grupos. A população, em conjunto, pode controlar e modificar quase tudo.
Não, pois a população não está envolvida no processo de controle dos progressos tecnológicos.				
8	12	2	plausível	F. Porque os progressos tecnológicos são tão rápidos que o cidadão comum não consegue acompanhar os desenvolvimentos.
4	12	6	plausível	G. Porque a população é impedida de participar desses assuntos por aqueles que têm o poder de desenvolver a Tecnologia.

Tabela 15 - Resultados da categorização da questão 15, relativa à subdimensão *aproximação científica para investigações*.

Votos (n=22)			Categoria	15. Os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, porque tais erros atrasam os avanços da Ciência.
R	P	S		
1	6	15	simplista	A. Os erros atrasam o avanço da Ciência. As informações equivocadas podem conduzir a falsas conclusões. Se os cientistas não corrigem imediatamente os erros de seus resultados, a Ciência não avança.
2	5	15	simplista	B. Os erros atrasam o avanço da Ciência. As novas Tecnologias e equipamentos reduzem os erros melhorando a precisão e assim a Ciência avançará mais depressa.
Os erros não podem ser evitados:				
8	11	3	plausível	C. Assim, os cientistas reduzem os erros verificando os resultados uns com os outros até que um acordo seja alcançado.
19	3	0	realista	D. Alguns erros podem atrasar os avanços da Ciência, porém outros podem conduzir a novas descobertas ou avanços. Desse modo, os cientistas aprendem com seus erros e os corrigem, fazendo a Ciência progredir.
11	8	3	realista	E. Na maioria dos casos, os erros ajudam a Ciência a avançar. Isso ocorre pela identificação e correção dos erros do passado.

3.3 – Apresentação e análise dos resultados do questionário VOSTS

Nesta seção, são apresentados e analisados os resultados da aplicação da versão adaptada e reduzida do questionário VOSTS (Apêndice-A) a oito professores de Ciências do ensino fundamental, dos quais sete também lecionam Biologia e um leciona Química no ensino médio, ou seja, professores da área de Ciências Naturais. As questões do questionário VOSTS correspondem às dimensões definição de Ciência e Tecnologia, influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, características dos cientistas, construção social do conhecimento científico, construção social da Tecnologia e natureza do conhecimento científico.

Nos quadros 3.1 a 3.15, são apresentados os enunciados das questões e as respostas assinaladas pelos professores, as quais foram categorizadas em realista, plausível e simplista por 22 professores/pesquisadores, como descrito na seção 3.2.

Estes resultados, de modo geral, revelaram que as concepções dos professores da área de Ciências Naturais foram categorizadas como:

- **concepções realistas** em relação às subdimensões definição de Tecnologia, instituições educativas, resolução de problemas sociais e práticos, aproximação científica para investigações;
- **concepções plausíveis** em relação às subdimensões definição de Ciência, interdependência da Ciência e da Tecnologia, ética, criação de problemas sociais, contribuição para o bem-estar

econômico, motivação pessoal dos cientistas, contribuição para o pensamento social, decisões dos cientistas e decisões tecnológicas;

- **concepções simplistas** em relação às subdimensões responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos e ideologias dos cientistas.

Definição de Ciência e Tecnologia		
Definição de Ciência		
1. A definição de Ciência é difícil porque se trata de algo complexo e que se ocupa de muitas coisas, todavia, a Ciência é principalmente:		
Categoria	Respostas	Professor
Plausível	C) A exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funcionam.	Vanda, Marlene, Rosangela, Marina e Regina
	F) A descoberta e a utilização de conhecimentos para melhorar as condições de vida das pessoas (por exemplo, a cura de doenças, eliminação da poluição, desenvolvimento da agricultura).	Maurício e Sílvio
Simplista	H) Ninguém pode definir Ciência.	Matheus

Quadro 3.1 – Respostas para a questão 1, relativa à subdimensão *Definição de Ciência*.

Definição de Ciência e Tecnologia		
Definição de Tecnologia		
2. A definição de Tecnologia é difícil porque ela atua em diversos segmentos da Sociedade. Todavia, a Tecnologia é principalmente:		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	G) Um conjunto de idéias e técnicas para a concepção de produtos, para a organização do trabalho das pessoas, para o progresso da Sociedade.	Vanda, Marlene, Rosangela, Regina e Maurício
Plausível	B) A aplicação da Ciência.	Matheus
	C) Um conjunto de novos processos, instrumentos, máquinas, utensílios, aparelhos, computadores, coisas práticas que utilizamos no dia-a-dia.	Marina
Simplista	E) Uma técnica para a resolução de problemas práticos.	Sílvio

Quadro 3.2 – Respostas para a questão 2, relativa à subdimensão *Definição de Tecnologia*.

Definição de Ciência e Tecnologia		
Interdependência da Ciência e da Tecnologia		
3. Os tecnólogos têm seu próprio corpo de conhecimento. Poucos desenvolvimentos em Tecnologia vieram diretamente de descobertas realizadas pela Ciência. Sua posição, basicamente, é:		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	B) A Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e em seu próprio corpo de conhecimento	Maurício, Vanda e Marlene
Plausível	C) Os cientistas e tecnólogos dependem do mesmo corpo de conhecimento, porque Ciência e Tecnologia são muito semelhantes.	Matheus, Marina e Regina
	E) Todo desenvolvimento tecnológico se constrói em uma descoberta científica porque esta lhe fornece informações fundamentais e novas idéias.	Sílvio
Simplista	D) Todo desenvolvimento tecnológico se constrói em uma descoberta científica porque as descobertas científicas sempre são utilizadas para os desenvolvimentos tecnológicos ou para outros usos científicos.	Rosangela

Quadro 3.3 – Respostas para a questão 3, relativa à subdimensão *Interdependência da Ciência e da Tecnologia*.

Influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia		
Ética		
4. Algumas culturas têm pontos de vista particulares em relação à natureza e ao homem. Os cientistas e as pesquisas científicas são afetados pelas visões religiosas ou éticas que caracterizam a cultura do local onde o trabalho é realizado. Visões religiosas ou éticas influenciam a pesquisa científica:		
Categoria	Respostas	Professor
Plausível	D) Porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. São essas diferenças individuais dos cientistas que influenciam o tipo de pesquisa a ser feita.	Maurício, Marina, Matheus e Sílvio
	E) Porque os grupos mais poderosos que representam convicções culturais, políticas ou religiosas apoiarão freqüentemente determinados projetos de pesquisa ou até mesmo impedirão que determinada pesquisa ocorra.	Marlene e Regina
	F) As visões religiosas ou éticas não influenciam a pesquisa científica porque a pesquisa continua, apesar dos conflitos entre cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos (por exemplo, conflitos sobre a origem e a evolução das espécies).	Vanda
Simplista	G) As visões religiosas ou éticas não influenciam a pesquisa científica porque os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência, não considerando visões culturais ou éticas.	Rosangela

Quadro 3.4 – Respostas para a questão 4, relativa à subdimensão *Ética*.

Influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia		
Instituições educativas		
5. O sucesso da Ciência e da Tecnologia no Brasil depende de termos bons cientistas, engenheiros e técnicos. Conseqüentemente, o Brasil deve exigir que os estudantes estudem mais Ciência na escola. Deve-se exigir dos estudantes que estudem mais Ciência:		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	C) Deveria ser exigido que os estudantes estudassem mais Ciência, mas orientados por um tipo diferente de curso, no qual aprendessem como a Ciência e a Tecnologia afetam suas vidas cotidianas.	Maurício, Sílvio, Marlene Regina, e Marina
Plausível	B) Porque a Ciência afeta quase todos os aspectos da Sociedade. Como no passado, nosso futuro depende dos bons cientistas e tecnólogos.	Matheus, Rosângela e Vanda

Quadro 3.5 – Respostas para a questão 5, relativa à subdimensão *Instituições educativas*.

Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade		
Responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos		
6. Os cientistas se preocupam com os efeitos potenciais (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas. Sua posição, basicamente, é:		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	D) Os cientistas estão preocupados, mas eles não podem saber todos os efeitos de longo prazo de suas descobertas.	Maurício
	E) Os cientistas estão preocupados, mas têm pouco controle sobre o uso danoso de suas descobertas.	Matheus e Rosângela
Simplista	C) Os cientistas estão preocupados com todos os efeitos de suas experiências, porque o objetivo da Ciência é tornar o nosso mundo um lugar melhor para vivermos. Sendo assim, a preocupação em compreender os efeitos das descobertas da Ciência é uma parte natural de sua realização.	Sílvio, Marlene, Vanda e Marina

Quadro 3.6 – Respostas para a questão 6, relativa à subdimensão *Responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos*.

Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade		
Criação de problemas sociais		
7. Haverá sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia. Sempre há intercâmbios entre benefícios e efeitos negativos:		
Categoria	Respostas	Professor
Plausível	A) Porque todo novo desenvolvimento implica pelo menos um resultado negativo. Se não enfrentarmos os resultados negativos, não progrediremos de modo a desfrutar dos benefícios.	Maurício e Marlene
	B) Porque os cientistas não são capazes de prever os efeitos de novos desenvolvimentos em longo prazo, apesar dos cuidadosos planejamentos e testes que realizam. Há que se assumir o risco.	Rosângela, Regina e Marina
	D) Porque não se podem alcançar resultados positivos sem, previamente, ensaiar uma nova idéia e trabalhar os efeitos negativos.	Vanda
	C) Porque o que beneficia uns pode ser negativo para outros. Depende dos respectivos pontos de vista.	Matheus
	G) Porque os efeitos negativos podem ser minimizados com um planejamento cuidadoso e sério e com testes devidamente programados.	Sílvio

Quadro 3.7 – Respostas para a questão 7, relativa à subdimensão *Criação de problemas sociais*.

Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade		
Resolução de problemas sociais e práticos		
8. A Ciência e a Tecnologia podem dar grandes contribuições à resolução de problemas, tais como: pobreza, crime, desemprego, doenças, ameaça de guerra nuclear e excessos de população. Sua posição, basicamente, é:		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	B) A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros.	Vanda, Marina e Regina
	C) A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas podem também estar na origem de muitos outros.	Maurício e Rosângela
Plausível	A) A Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver graves problemas: a primeira, por meio de novas idéias; a segunda, pelas invenções que desenvolve.	Sílvio
	D) A contribuição da Ciência e da Tecnologia está aliada com a sua utilização correta por parte das pessoas.	Matheus e Marlene

Quadro 3.8 – Respostas para a questão 8, relativa à subdimensão *Resolução de problemas sociais e práticos*.

Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade		
Contribuição para o bem-estar econômico		
9. Mais Tecnologia significa melhor nível de vida.		
Categoria	Respostas	Professor
Plausível	E) Sim e não. Mais recursos tecnológicos geram uma vida mais simples, mais saudável e mais eficiente. Porém, mais Tecnologia significa também mais poluição e desemprego, entre outros problemas. O nível de vida pode aumentar, mas a qualidade de vida pode diminuir.	Sílvio, Vanda, Rosângela, Marina e Regina
	D) Sim, mas só para aqueles que são capazes de utilizá-la.	Matheus
Simplista	A) Sim. A Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das populações.	Maurício
	C) Sim, porque a Tecnologia cria postos de trabalho, prosperidade e contribui para facilitar a vida das pessoas.	Marlene

Quadro 3.9 – Respostas para a questão 9, relativa à subdimensão *Contribuição para o bem-estar econômico*.

Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade		
Contribuição para o pensamento social		
10. A Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário porque nos dão palavras e idéias novas. Sua posição, basicamente, é:		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	E) A Ciência e a Tecnologia são poderosas influências em nossas vidas diárias, não apenas por gerar palavras e idéias, mas porque a Ciência e a Tecnologia mudaram o nosso modo de vida.	Matheus e Marlene
Plausível	B) Sim, porque nós usamos os produtos da Ciência e da Tecnologia (por exemplo, computadores, microondas, tratamentos médicos). Estes novos produtos adicionam novas palavras ao nosso vocabulário e mudam a maneira como nós pensamos sobre as coisas diárias.	Regina
	D) A Ciência e a Tecnologia são poderosas influências em nossas vidas diárias, não apenas por gerar palavras e idéias, mas porque quase tudo o que nós fazemos, e tudo ao nosso redor, de algum modo, tem sido pesquisado pela Ciência e Tecnologia.	Sílvia, Vanda e Rosângela
	C) A Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário, mas a maior influência é em relação às novas idéias, invenções e técnicas que ampliam nosso pensamento.	Maurício
Simplista	F) Não, porque nosso pensamento diário é influenciado na maior parte por coisas não científicas. A Ciência e a Tecnologia só influenciam alguns de nossos pensamentos.	Marina

Quadro 3.10 – Respostas para a questão 10, relativa à subdimensão *Contribuição para o pensamento social*.

Características dos cientistas		
Motivação pessoal dos cientistas		
11. A maioria dos cientistas brasileiros é motivada a trabalhar exaustivamente. A principal razão por trás dessa motivação pessoal em fazer Ciência é:		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	H) Não é possível generalizar, porque a principal motivação pessoal dos cientistas varia de um para o outro.	Matheus, Regina e Rosângela
Plausível	E) Resolver problemas de curiosidade pessoal, descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição, etc.). Essas coisas unidas representam a principal motivação pessoal da maioria dos cientistas.	Sílvia, Marlene e Vanda
	G) Descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição, etc.).	Maurício e Marina

Quadro 3.11 – Respostas para a questão 11, relativa à subdimensão *Motivação pessoal dos cientistas*.

Características dos cientistas		
Ideologias dos cientistas		
12. As crenças religiosas de um cientista não farão diferença nas descobertas científicas ou em seu trabalho.		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	D) Porque, várias vezes, as crenças religiosas podem afetar a forma como o cientista trabalha, o problema que seleciona para estudar, a metodologia que irá aplicar, os resultados que irá divulgar, etc.	Marlene e Marina
Plausível	B) Depende da religião e também da sua importância ou significado para o cientista.	Matheus
Simplista	A) As crenças religiosas não afetam o trabalho do cientista. As descobertas científicas são fundamentadas em teorias e em métodos experimentais, e não em crenças religiosas. Estas são exteriores à Ciência.	Maurício, Vanda, Rosângela, Sílvio e Regina

Quadro 3.12 – Respostas para a questão 12, relativa à subdimensão *Ideologias dos cientistas*.

Construção social do conhecimento científico		
Decisões dos cientistas		
13. Quando os cientistas não conseguem encontrar um consenso sobre um assunto (por exemplo, sobre os alimentos transgênicos serem ou não nocivos), isso se deve à não-disposição de todos os fatos, não tendo nada a ver com ética (postura correta ou errada) nem com motivações pessoais (agradar a quem está financiando a pesquisa). Podem não encontrar consenso sobre um determinado assunto:		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	E) Por um grande número de razões, como falta de fatos, desinformação, teorias diferentes, opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.	Marina
Plausível	A) Porque nem todos os fatos foram descobertos. A Ciência baseia-se nos fatos observáveis.	Matheus e Sílvio
	B) Porque cada cientista está atento a fatos distintos. A opinião científica é inteiramente baseada no conhecimento dos fatos por parte dos cientistas e não é possível dispor de conhecimentos de todos os fatos.	Maurício e Rosângela
	C) Porque os cientistas interpretam os fatos de modo diferente, à luz de diferentes teorias científicas, e não por efeito de valores morais ou motivos pessoais.	Marlene e Regina
	D) Sobretudo porque os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, mas, em parte, porque diferem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.	Vanda

Quadro 3.13 – Respostas para a questão 13, relativa à subdimensão *Decisões dos cientistas*.

Construção social da Tecnologia		
Decisões tecnológicas		
14. Os desenvolvimentos tecnológicos podem ser controlados pela população.		
Categoria	Respostas	Professor
Plausível	D) Sim, mas somente quando se trata de colocar em prática novos desenvolvimentos. A população não tem capacidade para controlar o desenvolvimento inicial.	Maurício e Marina
	F) Não, porque os progressos tecnológicos são tão rápidos que o cidadão comum não consegue acompanhar os desenvolvimentos.	Sílvio e Rosângela
	G) Não, porque a população é impedida de participar desses assuntos por aqueles que têm o poder de desenvolver a Tecnologia.	Regina
Simplista	C) Sim, porque a Tecnologia está a serviço das necessidades dos consumidores. Os progressos tecnológicos acontecem em áreas de grande procura e de margem lucrativa.	Matheus, Marlene e Vanda

Quadro 3.14 – Respostas para a questão 14, relativa à subdimensão *Decisões tecnológicas*.

Natureza do conhecimento científico		
Aproximação científica para investigações		
15. Os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, porque tais erros atrasam os avanços da Ciência.		
Categoria	Respostas	Professor
Realista	E) Os erros não podem ser evitados. Na maioria dos casos, os erros ajudam a Ciência a avançar. Isso ocorre pela identificação e correção dos erros do passado.	Matheus
	D) Os erros não podem ser evitados. Alguns erros podem atrasar os avanços da Ciência, porém outros podem conduzir a novas descobertas ou avanços. Desse modo, os cientistas aprendem com seus erros e os corrigem, fazendo a Ciência progredir.	Sílvio, Regina, Marina, Rosângela, Marlene e Vanda
Simplista	B) Os erros atrasam o avanço da Ciência. As novas Tecnologias e equipamentos reduzem os erros melhorando a precisão e assim a Ciência avançará mais depressa.	Maurício

Quadro 3.15 – Respostas para a questão 15, relativa à dimensão *Aproximação científica para investigações*.

3.4 – Uma interpretação possível dos resultados do questionário VOSTS

A fim de realizar uma análise interpretativa, apresenta-se nesta seção a discussão dos resultados referentes à aplicação do questionário VOSTS que foram apresentados na seção anterior.

A primeira questão refere-se à subdimensão *definição de Ciência* (quadro 3.1), na qual se observa um consenso entre cinco professores que concordam que a Ciência é a exploração do desconhecido. Outros dois professores concordam que seja a descoberta e a utilização de conhecimentos para melhorar as condições de vida das pessoas e um professor concorda que a Ciência seja indefinível. Contudo, considera-se que a Ciência situa-se além do conhecimento do senso comum, por se tratar de uma construção humana que resulta de uma prática que está intrinsecamente voltada para produzir e cujo desenvolvimento se faz por meio de processos sociais e racionais, tratando-se claramente de um fato histórico, contingente e cultural (CANAVARRO, 1999).

Em relação à subdimensão *definição de Tecnologia* (quadro 3.2), cinco professores a definiram como um conjunto de idéias e técnicas para a concepção de produtos, organização do trabalho das pessoas e o progresso da sociedade. Os outros três professores a definiram como a aplicação da Ciência; um conjunto de novos processos, instrumentos, máquinas, utensílios, etc.; e uma técnica para a resolução de problemas práticos, respectivamente. Atualmente, pode-se considerar que a Tecnologia visa consolidar a ambição da Sociedade em nível pragmático, identificando necessidades, concretizando projetos para a resolução de problemas práticos, estudando os limites dessa resolução e analisando os resultados obtidos em um contexto social, econômico e político (SANTOS, 1999).

Questionados sobre a subdimensão *interdependência da Ciência e da Tecnologia* (quadro 3.3), designadamente em relação à afirmação de que poucos desenvolvimentos em Tecnologia vieram diretamente de descobertas realizadas pela Ciência, três professores concordaram que a Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e em seu próprio corpo de conhecimento. Outros três concordaram que os cientistas e os tecnólogos dependem do mesmo corpo de conhecimento. Dois professores concordam que todo desenvolvimento tecnológico se constrói a partir de uma descoberta científica. Contudo, um deles assinalou esse desenvolvimento se dá porque as descobertas científicas lhe fornecem informações fundamentais e novas idéias, e outra professora assinalou que as descobertas científicas sempre são utilizadas para os desenvolvimentos tecnológicos ou para outros usos científicos.

Considera-se que a relação entre a Ciência e a Tecnologia pode ser compreendida como “simbiótica” (SANTOS, 1999, p. 147), de modo que os esforços de uma são imprescindíveis à outra. Assim, diversos conhecimentos técnicos são criados à medida que se materializa o que a Ciência teoriza com o uso de instrumentos técnicos e vice-versa. Entretanto, também deve ser considerado que muitas teorias científicas não são suficientes para provocar inovações técnicas.

Em relação à dimensão *influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia*, especificamente com respeito à influência exercida por visões religiosas ou éticas que caracterizam a cultura do local onde a pesquisa científica é realizada (quadro 3.4), quatro professores foram consensuais ao concordarem que essa influência existe, pois todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. Um professor concorda que tal influência é exercida pelos grupos mais poderosos, detentores de convicções culturais, políticas ou religiosas que apoiarão ou não determinadas pesquisas. Entretanto, duas professoras concordaram que essa influência não existe, pois a pesquisa continua apesar dos conflitos entre cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos ou que os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência desconsiderando visões culturais ou éticas.

A existência da influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia não deveria ser desconsiderada, pois a atividade científica é de fato influenciada por numerosos fatores que agem na cultura e na Sociedade, sobre os quais, por sua vez, exerce alguma influência (KNELLER, 1980). Essas influências são inerentes às atividades científicas e tecnológicas, pois a Ciência e a Tecnologia estão inseridas na Sociedade, que, segundo Santos (1999), é um sistema que resulta de criações, de ações e de interações humanas; de interações coletivas em nível local, regional, nacional e mundial; de grupos humanos, cujos membros estão unidos por interesses comuns, instituições que compartilham uma cultura comum.

Questionados sobre a subdimensão *instituições educativas* (quadro 3.5), cinco professores concordaram que os estudantes deveriam estudar mais Ciência, mas orientados por um tipo diferente de curso, no qual aprendessem como a Ciência e a Tecnologia afetam suas vidas cotidianas. Os outros três professores concordaram que sim, pois a Ciência afeta quase todos os aspectos da Sociedade. Considera-se que a importância do ensino de Ciências envolvendo a vertente tecnológica pode estar diretamente ligada à promoção da alfabetização científica e tecnológica, dado que tal necessidade é gerada pelo fato de a Ciência e a Tecnologia “serem empreendimentos com influência significativa, quer na vida privada quer na vida pública” (SANTOS, 1999, p. 204). Assim, a integração de assuntos científicos,

tecnológicos e sociais no ensino de Ciências permite o desenvolvimento de competências que possibilitem aos estudantes um papel consciente e ativo na Sociedade.

Questionados sobre a preocupação dos cientistas em relação aos efeitos (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas – subdimensão *responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos* (quadro 3.6) –, os professores não demonstraram consenso, de modo que quatro deles concordaram que os cientistas estão realmente preocupados, pois o objetivo da Ciência é tornar o nosso mundo um lugar melhor. Outros dois professores concordaram que os cientistas estão preocupados, mas têm pouco controle sobre o uso de suas descobertas. E um professor concordou que os cientistas estão preocupados, mas não podem saber todos os efeitos de suas descobertas a longo prazo.

Em relação à subdimensão *criação de problemas sociais*, especificamente sobre o equilíbrio entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia, de modo que sempre haja intercâmbios entre ambos (quadro 3.7), dois professores consideraram que todo novo desenvolvimento implica pelo menos um resultado negativo. Outros três concordaram que os cientistas não são capazes de prever os efeitos de novos desenvolvimentos a longo prazo. Uma professora concordou que não se podem alcançar resultados positivos sem, previamente, ensaiar uma nova idéia e trabalhar os seus efeitos negativos. Um professor concordou que o que beneficia uns pode ser negativo para outros. E outro professor concordou que os efeitos negativos podem ser minimizados. Nesse sentido, é importante considerar que a Ciência e a Tecnologia possuem ambivalências morais intrínsecas entre os bons e os maus resultados, que podem não ser nem intencionais nem previstos, mas que afetam a Sociedade. Isso se torna visível em produtos tecnológicos, como, por exemplo, o automóvel, o computador, e em procedimentos como o aborto, etc., que geram problemas globais que foram criados ou agravados pela Ciência e pela Tecnologia, mesmo não intencionalmente (SANTOS, 1999).

Para a subdimensão *resolução de problemas sociais e práticos* (quadro 3.8), três professores concordaram que a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros. Em contrapartida, dois professores concordaram que a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas podem também estar na origem de muitos outros. Dois professores concordaram que a contribuição da Ciência e da Tecnologia está aliada com a sua utilização correta por parte das pessoas. Um professor concordou que a Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver graves problemas: a primeira, por meio de novas idéias; a segunda, pelas invenções que desenvolve. Considera-se que é importante compreender que a prática

científica e tecnológica não se restringe a uma dimensão técnica, mas pode ser ampliada para as dimensões organizativas em que se devem considerar a política administrativa e os aspectos sociais envolvidos. É importante também observar que a dimensão ideológica corresponde às finalidades e objetivos da Ciência e da Tecnologia, para que assim a população possa julgar e compreender os impactos éticos, políticos e culturais da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, os quais estão intimamente ligados à sua relação de custos e benefícios ou de prejuízos e lucros (ACEVEDO, 2003).

Em relação à subdimensão *contribuição para o bem-estar econômico* (quadro 3.9), em que se questionou se mais Tecnologia significa melhor nível de vida, cinco professores concordaram com uma posição ambígua, ou seja, mais Tecnologia pode melhorar ou piorar o nível de vida. Os outros três professores concordam que mais Tecnologia significa melhor nível de vida. Entre estes três professores, um deles assinalou que a Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das populações; outro, que a Tecnologia cria postos de trabalho, traz prosperidade e contribui para facilitar a vida das pessoas; e, por fim, o terceiro professor concorda que só para aqueles que são capazes de utilizá-la é que a Tecnologia melhora o nível de vida. Segundo Santos (1999, p. 97), o corpo de conhecimentos científicos e tecnológicos pode ter dado origem ao “endeusamento do progresso”, que não é alheio ao grande sucesso que a técnica alcança no funcionamento da indústria, na economia e na Sociedade. Contudo, esse progresso não é inofensivo na medida em que é ambivalente. “Os efeitos nefastos são inseparáveis dos efeitos positivos – em todas as revoluções tecnológicas há vencedores e perdedores”. Nesse sentido, todo processo técnico envolve três efeitos: “os pretendidos ou procurados, os previsíveis e os imprevisíveis”. Estes últimos, segundo Ellul (1988, p. 77, apud SANTOS, 1999, p. 98), estão aumentando com o progresso técnico, contudo, para evitá-los, “não basta fazer um bom uso das técnicas”.

Com relação à afirmação de que a Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário porque nos dão palavras e idéias novas – subdimensão *contribuição para o pensamento social* (quadro 3.10) –, dois professores concordaram que a Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário, pois mudaram o nosso modo de vida. Outros três professores concordaram que essa influência existe em nossas vidas diárias, não apenas por gerar palavras e idéias, mas porque quase tudo o que nós fazemos, e tudo ao nosso redor, de algum modo, tem sido pesquisado pela Ciência e Tecnologia. Uma professora concorda que a influência ocorre pelo uso de produtos da Ciência e da Tecnologia. Um professor concorda que a maior influência é em relação às novas idéias, invenções e técnicas que ampliam nosso pensamento. Uma professora concorda que essa influência não é

constante, pois nosso pensamento diário é influenciado na maior parte por coisas não científicas: a Ciência e a Tecnologia só influenciam alguns de nossos pensamentos. Considera-se que as relações da Tecnologia com a Sociedade são muito complexas, tornando-a socialmente moldada, uma vez que a Tecnologia também influencia a organização social e a distribuição de poder. Para Castoriadis (1998, apud SANTOS, 1998, p. 105), a Sociedade, além de ser influenciada pela Tecnologia, é em “grande parte obra do imaginário coletivo anônimo” e do imaginário social, que por um lado resiste às Tecnologias, mas por outro é contaminado por elas.

Inquiridos sobre a subdimensão *motivação pessoal dos cientistas* (quadro 3.11), três professores concordam que a principal razão por trás da motivação pessoal em fazer Ciência é resolver problemas de curiosidade pessoal, descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade. Outros três professores concordam que não é possível generalizar, porque a principal motivação pessoal dos cientistas varia de um para o outro. E outros dois professores concordaram que a principal razão é descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade.

Questionados se as crenças religiosas de um cientista irão influenciar suas descobertas científicas ou seu trabalho – subdimensão *ideologias dos cientistas* (quadro 3.12) –, cinco professores foram unânimes ao concordarem que as crenças religiosas não afetam o trabalho do cientista. Dois professores concordaram que as crenças religiosas podem afetar a forma como o cientista trabalha, o problema que seleciona para estudar, a metodologia que irá aplicar, os resultados que irá divulgar, etc. E um professor concordou que depende da religião e também da sua importância ou significado para o cientista. Nesse sentido, considera-se que a relação dos fatores que podem influenciar o trabalho científico pode estar diretamente ligada à existência ou não de neutralidade na Ciência. Neutralidade que prega que os valores morais e sociais não poderiam fazer parte dos critérios de produção de juízos científicos, pois do contrário teriam um papel fundamental nas práticas de aquisição e de apreciação da compreensão científica. Argumentos a favor disso pregam que:

há uma rígida separação entre fato e valor; os valores são a expressão de preferências subjetivas, etc. Assim, embora possa ser um fato que as escolhas dos cientistas refletem valores, a subjetividade dos valores torna provável que, no âmbito da comunidade dos cientistas, serão feitas escolhas que representem uma diversidade de valores, garantindo, assim, que a agenda da investigação não venha a ser dominada por valores específicos (LACEY, 2003, p. 474).

Mesmo que a neutralidade possa ocorrer em diferentes segmentos científicos, Freire-Maia (1990, p. 128 e 129) relata que a Ciência não é neutra, pois:

representa um corpo de doutrinas gerado ou em geração num meio social específico e, obviamente, sofrendo as influências dos fatores que compõem a cultura de que faz parte. Produto da sociedade, influi nela e dela sofre as influências. A crescente internacionalização da ciência torna-se, em geral, cada vez menos sujeita a diferenciações nacionais, mas jamais a liberta dos condicionamentos gerados por fatores ligados a sistemas políticos, níveis econômicos, pressões sociais, religiões, etc. (...) Há quem defenda a tese da neutralidade da ciência, achando que o bom ou mau uso que dela se faz depende de decisões de não-cientista (políticos, militares, empresários, etc.) que se apropriam de seus resultados e os aplicam de acordo com seus interesses. Não se pode negar, no entanto, que há uma parte da ciência que se encontra a serviço de não-cientistas, com objetivos preestabelecidos de lucro, dominação e guerra. Os cientistas que executam essa ciência programada colocam-na deliberadamente a serviço de outra instância decisória, revelando que essa ciência não possui a inocência e a pureza que alguns nela querem ver.

Ziman (2000) assinala que a Ciência é uma instituição imersa na Sociedade, na qual os cientistas são cidadãos consumidores, produtores, empregados, professores, crédulos, além de que é possível supor que estes trazem junto às comunidades científicas a produção de conhecimento com influências de interesses coletivos e valores culturais.

Inquiridos sobre quais fatos levam os cientistas a não conseguirem algumas vezes encontrar um consenso sobre um assunto – subdimensão *decisões dos cientistas* (quadro 3.13) –, os professores não foram unânimes. Dois deles concordaram que isso ocorre porque nem todos os fatos foram descobertos. Para outros dois professores, o motivo é que cada cientista está atento a fatos distintos. Já para outras duas professoras, isso se dá em razão de os cientistas interpretarem os fatos de modos diferentes, à luz de teorias científicas diversas, e não por efeito de valores morais ou motivos pessoais. Uma professora concorda que essa falta de consenso ocorre por um grande número de razões. E outra professora concorda que os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, além de diferirem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.

A razão da falta de consenso de alguns cientistas em relação a determinados assuntos pode ser explicada pelo fato de a Ciência ter como um de seus propósitos proporcionar explicações para fenômenos do mundo real, os quais podem se tornar modelos teóricos que descrevem o mundo imaginado. Para Jacob (1982, p. 27, apud SANTOS, 1999), “trata-se sempre de explicar o mundo visível por forças invisíveis, de articular o que se observa com o que se imagina”. Nessa perspectiva, para Santos (1999, p. 44), “a base das explicações são modelos mentais que permitem predições”. A falta de consenso pode estar relacionada com o conceito de verdade para cada cientista, sendo esta uma tentativa de conhecimento verdadeiro que ainda não construiu nenhum critério universal “para dizer que um conhecimento é verdadeiro. O conhecimento científico, sobretudo ele, não fornece certeza

teórica absoluta. A sanção de ‘verdade’ é um limite que constrange o cientista, mas não o poeta, o pintor, o escritor de textos literários”.

Em relação à subdimensão *decisões tecnológicas* (quadro 3.14), dois professores concordam que os desenvolvimentos tecnológicos podem ser controlados pela população somente quando se trata de colocar em prática novos desenvolvimentos. Outros três professores concordam que sim, porque a Tecnologia está a serviço das necessidades dos consumidores. Entretanto, os outros três professores pensam que não, e destes, dois concordam que isso se deve ao fato de os progressos tecnológicos serem tão rápidos que o cidadão comum não consegue acompanhá-los. Já a outra professora concorda que a população é impedida de participar desses assuntos por aqueles que têm o poder de desenvolver a Tecnologia.

Considera-se que a Sociedade, sendo um sistema que resulta de criações, de ações e interações humanas, só exercerá alguma influência efetiva no controle tecnológico quando tiver acesso às informações sobre os desenvolvimentos científico-tecnológicos e puder, assim, avaliar e participar das decisões de ordem política e social que possivelmente irão causar impactos e conseqüências em seu cotidiano (SANTOS, 1999; BAZZO, 1998). Sem essas informações e sem a devida reflexão sobre elas, a Sociedade pode se torna mera consumidora dos produtos tecnológicos.

Contudo, a Tecnologia por si só não é suficiente para determinar os rumos de uma Sociedade, visto que existem Sociedades diferentes utilizando Tecnologias semelhantes (CASTORIADIS, 1983, apud. SANTOS, 1999). Dessa forma,, é importante ter consciência de que os grupos financiadores possuem interesses que estão além da produção de conhecimento, já que escolhem e financiam pesquisas que irão gerar lucro por meio da comercialização de seus produtos. Logo, pesquisas tecnológicas sem previsão de lucros imediatos podem não ser desenvolvidas, tratando-se de um “assunto muito sério num mundo em que nem todos os problemas socialmente importantes possuem uma reconhecida importância comercial, tecnológica ou política” (ZIMAN, 1999, p. 448).

Para a subdimensão *aproximação científica para investigações* (quadro 3.15), a qual relata que os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, seis professores concordaram que os erros não podem ser evitados e alguns podem atrasar os avanços da Ciência, porém, outros podem conduzir a novas descobertas ou avanços. Outro professor concordou que os erros não podem ser evitados, mas, na maioria dos casos, ajudam a Ciência a avançar. Por fim, um professor concordou que os cientistas não deveriam cometer erros em

seu trabalho, pois estes atrasam o avanço da Ciência. A esse respeito, pondera-se que os erros podem ser considerados parte do processo científico, visto que:

Bachelard e Popper defendem a *doutrina da positividade do erro*. Convergem na defesa de que o erro é a mola a partir da qual se conquista a verdade. Consideram que somos buscadores de verdades e não seus possuidores, que é pela procura e afastamento consciente dos erros que nos aproximamos da verdade; que a verdade resulta de uma vitória sobre os erros, ou seja, a maior verdade corresponde ao maior afastamento relativamente ao erro. Cada verdade é, pois, a negação de uma verdade anterior. Especificamente, para Bachelard o erro não é apenas a consequência inevitável de um limite humano, é a própria forma de constituição e de progresso do saber científico. Além de não o considerar um acidente de percurso, considero-o mesmo “um elemento motor de conhecimento” (SANTOS, 1999, p. 78).

3.5 – Apresentação e interpretação dos resultados das entrevistas

As entrevistas semi-estruturadas, como descrito na metodologia, foram realizadas com a metade dos professores participantes desta pesquisa – Sílvio, Marlene, Maurício e Vanda. A apresentação e análise dessas entrevistas foram realizadas de modo que ficassem evidenciadas as concepções de cada professor sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS. Nesta seção, inicialmente apresentam-se os dados sobre a formação dos professores e posteriormente suas idéias em um texto único que passou por um processo de paráfrase, sendo realizada em seguida uma interpretação pautada na literatura.

3.5.1 – A professora Vanda

Leciona Ciências no ensino fundamental e Biologia no ensino médio há 15 anos. Graduiu-se em bacharelado e licenciatura em Ciências Biológicas no ano de 1989 e concluiu o curso de mestrado em microbiologia no ano de 1994, ambos em universidades públicas.

Segundo ela, a Ciência se constitui dos *vários conhecimentos que se aplicam em nossa vida e que explicam o mundo ao nosso redor.*

O cientista é motivado a trabalhar pelo *ideal, dinheiro, ego, sendo uma pessoa como qualquer outra, porém, movida por curiosidade e por persistência em descobrir algo.* Seus trabalhos são realizados de modo lógico e não influenciados por crenças religiosas ou pessoais, *pois o cientista tem que ter uma metodologia e uma lógica para explicar um determinado fenômeno, porque não é possível trabalhar de uma maneira aleatória. Para que ele possa trabalhar, ele deve utilizar os parâmetros medidos, certos, anotados e seguir uma lógica para chegar a um resultado que pode ser repetitivo em outras condições.* O principal fator que pode gerar a falta de consenso de alguns cientistas sobre um determinado assunto é *o tempo, porque nada de novo é unânime. Então, é o tempo que vai dizer o que é mais adequado e qual foi a melhor opinião ou escolha para a Sociedade naquele momento.*

A Tecnologia *é muito parecida com a Ciência, sendo difícil delimitar onde começa uma e termina a outra; os avanços que acontecem na Tecnologia podem ocorrer na área da Ciência, que também são conhecimentos. Quando penso em Tecnologia, penso em máquina, em computador, em avanço nessa parte mais prática, que ajuda a Ciência.* O controle dos desenvolvimentos tecnológicos é realizado pelo *grupo que tem dinheiro e*

interesse em desenvolver determinada coisa, este grupo injeta dinheiro nessas pesquisas para que elas ocorram de modo fácil e rápido, porque a Tecnologia está mais voltada para o setor econômico.

A influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia está presente, por exemplo, no avanço nos testes para Aids e para o tratamento dessa doença. Uma doença que atingiu grande parte da população; contudo, se tivesse atingido poucas pessoas ou apenas animais, não existiriam tantos pesquisadores atrás de uma vacina e atrás de uma cura. Assim, a Sociedade nesse ponto incentiva a pesquisa em determinadas áreas.

A influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade ocorre principalmente na parte de comunicação, pois a Tecnologia é o que possibilitou o desenvolvimento da comunicação via computador com o e-mail, tornando-a mais rápida e eficiente, permitindo o acesso à informação, por exemplo, por meio da Internet, que, conseqüentemente, gerou a mudança de postura das pessoas, porque atualmente temos mais acesso ao conhecimento.

Para um maior desenvolvimento científico e tecnológico da nossa sociedade, não tem que se exigir que os alunos estudem mais Ciência, porque é possível observar que aumentou o número de aulas da disciplina de português na grade curricular do ensino fundamental, mas nem por isso as crianças falam melhor hoje. Portanto, não é incentivando os alunos a estudar mais ou aumentando o número de aulas que mudará o interesse pelo estudo da Ciência. A maneira de ministrar aula e o modo de ensinar o conteúdo é que despertarão o interesse do aluno por determinada área, ou despertarão o interesse nato que eles têm.

O ensino de Ciências nas escolas de ensino fundamental tem como função gerar toda a base para as crianças; o que é ensinado consegue dar este suporte: os conceitos de higiene, de desenvolvimento do corpo, de ambiente, de espaço, de ecossistema, etc. Posteriormente, no ensino médio, é importante que os estudantes continuem a estudar Ciências, apesar de que atualmente a carga horária tenha diminuído. Em algumas escolas, tem-se uma ou duas aulas de Biologia por semana, ao passo que antes eram quatro ou três aulas. Então, é algo complicado e isso pode comprometer o ensino, porque os adolescentes ficam com algumas visões truncadas devido a essa redução. Com a maturidade que eles têm no ensino médio, poderiam ser trabalhados determinados conceitos para os quais não há tempo suficiente.

3.5.1.1 – Uma interpretação possível

A definição dada pela professora Vanda pode significar que ela compreende a Ciência como um conjunto de conhecimentos. Essa definição é coerente, pois a Ciência gera conhecimentos que freqüentemente são difundidos em textos publicados em periódicos, livros, atas de congressos, etc. Contudo, existem muitas formas de conhecimento, de modo que se torna importante saber distinguir os científicos dos não científicos, já que a “Ciência não significa simplesmente conhecimentos ou informações publicadas. (...) O conhecimento científico é mais do que isso. Seus fatos e teorias têm que passar por um crivo, por uma fase de análises críticas e de provas (...)” (ZIMAN, 1979, p. 24). Nesse sentido, considerar a Ciência como um conjunto ou corpo de conhecimentos é pertinente quando se compreende, por exemplo, que as informações e conclusões científicas não estão presentes apenas dentro de um laboratório ou em uma biblioteca, mas podem ser transpostas para o cotidiano, tendo em vista que esse conhecimento é gerado por mentes humanas que possuem limitações e são moldadas pela cultura na qual estão inseridas. Assim, muitas das características da Ciência foram moldadas pelo emprego das capacidades psicológicas individuais e coletivas dos cientistas, já que a “cognição é a ligação vital entre a reunião social e a dimensão epistemológica da Ciência” (ZIMAN, 1999 e 2000, p. 6).

Em relação ao trabalho dos cientistas, observa-se que possivelmente a professora Vanda concorda que este deve seguir a norma do universalismo de Merton (1973), segundo a qual a atividade científica deve obedecer a critérios impessoais e preestabelecidos consoantes com a observação e com o conhecimento previamente confirmado. Nesse sentido, as contribuições científicas não são excluídas com base na nacionalidade, religião, classe social ou outros critérios irrelevantes. Portanto, os cientistas devem trabalhar de modo que construam teorias gerais que visem explicar e unificar uma grande diversidade de fenômenos que possam ser observados por todos, em qualquer parte do mundo. A aceitação ou rejeição, por exemplo, para o ingresso na comunidade científica é fundamentada em competências e padrões éticos, que fazem parte de mecanismos feitos para impedir que pessoas inábeis ou desonestas participem da comunidade científica. Para Ziman (2000), a norma do universalismo se aplica para as pessoas e não para as idéias. O autor aponta que os cientistas em sua vida privada podem ser machistas ou pertencer a seitas religiosas. Entretanto, como membros da comunidade científica, eles têm que reprimir essas parcialidades adotando uma postura universalista gerida por convenções bem estabelecidas ao atuarem como autores, editores, conferencistas, supervisores de pesquisa, chefes de departamento, etc., de modo que

possam ser reconhecidos pelo sistema de gratificação e recompensas proporcionado pelo meio científico e acadêmico (prestígio, promoções, prêmios, medalhas, reconhecimento, títulos, etc.).

Em relação à definição de Tecnologia, esta pode ser interpretada como a união da Ciência e com a Tecnologia, que pode ser nomeada como uma Tecnociência. Nesse sentido, segundo Santos (1999, p. 147), a relação entre a Ciência e a Tecnologia pode ser classificada como “simbiótica”, de modo que os esforços de uma são imprescindíveis à outra. Tal característica é marcante, por exemplo, nas pesquisas de bioengenharia e engenharia genética, nas quais está cada vez mais complicado distinguir as contribuições científicas das tecnológicas, pois as aplicações tecnológicas das novas informações são bem conhecidas e orientam o trabalho científico nessas áreas. Assim, diversos conhecimentos técnicos são criados à medida que se vai materializando o que a Ciência vai teorizando com o uso de instrumentos técnicos e vice-versa. Contudo, essa relação “simbiótica” não deve conduzir ao cancelamento das identidades da Ciência e da Tecnologia, mas sim estimular estudos sobre suas conexões, interações e suas práticas políticas, pois a Ciência e a Tecnologia não possuem a mesma natureza (NÚÑEZ, 1999; SANTOS, 1999). Atualmente, a Tecnologia é o foco dos esforços competitivos das indústrias, por exemplo, de informática e biociências. A concretização de um de seus principais esforços são as associações com universidades no financiamento de pesquisa que possivelmente irão fornecer lucratividade, competitividade e produtividade.

Quanto à influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, a professora reconhece-a evidenciando compreender que a Ciência e a Tecnologia são influenciadas por numerosos fatores sociais. Tais influências não devem ser desconsideradas, pois a Ciência e a Tecnologia estão inseridas na Sociedade, que, segundo Santos (1999), é um sistema que resulta de criações, de ações e de interações humanas; de interações coletivas em nível local, regional, nacional e mundial; de grupos humanos, cujos membros estão unidos por interesses comuns e em instituições que compartilham uma cultura comum. Outro fator que deve ser ressaltado é a existência de discordância de alguns grupos em certas áreas nas quais o conhecimento científico colide com sua cultura, seus princípios axiológicos, suas visões de mundo, convicção religiosa, conceitos a respeito do início da vida humana e outras imagens ou representações presentes na cultura popular. Outros exemplos atuais sobre essa questão são os genes, os alimentos e animais transgênicos, o embrião humano, a clonagem, entre outros. Todos eles geram imagens que refletem um conjunto complexo de conhecimentos, valores, medos, ansiedades e expectativas (processos de benefícios futuros) que podem afastar a

aproximação cultural do conhecimento científico em questão e influenciar atitudes positivas ou negativas para essas áreas (PRADO e CALVO, 2004).

Possivelmente, a professora Vanda considera que as relações de influência da Tecnologia e da Ciência com a Sociedade são muito complexas, fazendo com que sejam também socialmente moldadas, pois a Tecnologia influencia a organização social e a distribuição de poder. Tais influências podem ser observadas, por exemplo, nas conseqüências políticas e sociais do sistema de telecomunicações, cujo impacto social reside na determinação de estilos de vida, de relações interpessoais, de valores e de relações de poder (SANTOS, 1999).

Em relação ao ensino de Ciências, observa-se que para a professora Vanda o incentivo para que os alunos estudem mais Ciência não proporcionará um maior desenvolvimento científico e tecnológico no país, já que para que isso ocorra deve-se, segundo ela, mudar a metodologia de ensino. Nesse sentido, ela considera que o ensino de Ciências deveria ser orientado para a formação cidadã, na qual as pessoas possam ser intervenientes e participantes ativas na Sociedade (ACEVEDO et al., 2005). Embora o ensino atual esteja voltado para os aspectos conceptuais, a compreensão significativa dos conceitos exige superar o reducionismo conceptual e planejar o ensino de Ciências como uma atividade que integre os aspectos conceptuais, procedimentais e axiológicos (VILCHES, SOLBES e GIL-PÉREZ, 2004).

3.5.2 – O professor *Sílvio*

Leciona Ciências no ensino fundamental e Biologia no ensino médio há 10 anos. Graduou--se em licenciatura em Ciências Biológicas em uma faculdade particular no ano de 1994. Antes e mesmo durante a graduação, trabalhou em diversas áreas.

Segundo ele, a Ciência é *o conhecimento, o estudo, a parte teórica de construção de conhecimento. Os estudos da Ciência vieram para facilitar a vida e ajudar em muitas questões que temos hoje com a aplicação da Tecnologia.*

O que motiva os cientistas a trabalhar é *a descoberta do novo e a curiosidade. O cientista está atrás de aplicar a Ciência e descobrir algo desconhecido. Ele quer usar isso para descobrir novas doenças, novas Tecnologias para facilitar a vida e até mesmo para realização própria. Mas, em geral, trabalha para o benefício da humanidade. É necessário que os cientistas trabalhem de modo lógico, pois se eles querem provar uma teoria, terão que ir atrás dessa parte lógica em seu trabalho. Eles vão ter que comprovar isso, pois senão não terão como aplicar essa Ciência.*

O principal fator que pode gerar a falta de consenso de alguns cientistas sobre um determinado assunto (por exemplo, sobre os alimentos transgênicos serem ou não nocivos ou sobre o uso de células-tronco) é *a falta, sim, de resultado final. Então, será que eu posso usar alimentos transgênicos? O que eu preciso saber e fazer? Eu teria que fazer uso de um alimento transgênico por um período e analisar se está acontecendo alguma coisa com essa pessoa (alguma doença ou um câncer). E isso não ocorre hoje, pois existe falta de resultados. Porque quando se tem o resultado, o cientista diz que isso pode ser usado tranquilamente, pois foi comprovado que não faz mal nenhum, não tem malefício, só benefício. Então, é essa falta de resultado comum para coisas novas que gera essa polêmica.*

As crenças religiosas ou pessoais dos cientistas exercem pouca influência em seus trabalhos, pois *mesmo quando o cientista tem uma religião ativa, ele tem ética. Ele vai procurar fazer aquilo que ele quer descobrir, não sendo impedido de trabalhar por essas influências. Contudo, quando ele extrapola, a Sociedade e a religião podem intervir e não deixar que seu trabalho continue.*

O conhecimento científico muda com o tempo, pois há *coisas que não se conhecem concretamente. Então, se acredita que é assim que funciona determinada coisa por 10 ou por 15 anos e, de repente, fala-se que aquilo tudo não era bem isso e que agora é de outro modo, porque foram feitas análises, estudos, até que se descobrissem coisas novas. Então, estuda-se e comprova-se até um determinado momento. Contudo, com a realização de*

outras pesquisas, são estudadas coisas diferentes e isso muda o conceito, logo, o conhecimento nunca é fixo. A construção do conhecimento científico tem seu início com a realização de um estudo, uma pesquisa de coisas que se têm hoje. Análises novas, conhecimentos novos e aplicações de tudo aquilo que existe como teoria ou até como uma tese comprovada, tudo é unido para se construir um novo conhecimento. Isso eu não chamo nem de construção, chamo de reforma, pois eu considero que é mais uma reforma do que construção do conhecimento. O conhecimento está em constante reforma e evolução. Por exemplo, na parte da saúde surgem novas vacinas, novos medicamentos e novos tratamentos constantemente, mas se você estudar esses fatos, observará que eles foram fundamentados em um conhecimento antigo, porém, foram feitos novos estudos baseados nisso e com as novas descobertas se chegou a um novo conhecimento.

A Tecnologia é a aplicação da Ciência através de aparelhagem e instrumentos. É o uso do conhecimento que vem da Ciência, que é aplicado pela Tecnologia. Embora a Tecnologia seja um ferro a passar, teve-se um conhecimento, um estudo que reconheceu que a resistência aquecia, assim, a Ciência ajudou a Tecnologia. O controle dos desenvolvimentos tecnológicos deve ocorrer conjuntamente entre a população e a religião, pois, dependendo de onde você analisa, pega-se um certo ramo que envolve determinado assunto. Então, só para simplificar, temos o caso do aborto: então, quem possui maior peso, o governo ou a religião? Nós observamos que a religião está muito mais mobilizada. Assim, tem outras coisas [em] que o Governo pode se mobilizar muito mais, mas tem outras que a Sociedade não vai deixar que aconteçam, pois ela não aceita. Existirão diferentes grupos que vão controlar diferentes estudos, então, dependendo do que se vai estudar ou do que está em pauta, vai ter uma resposta de um grupo diferente.

A influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade é uma coisa natural. Eu vi uma reportagem que dizia que antigamente as pessoas mudavam de geração com 17 anos e que hoje esta geração é mudada a cada cinco anos. A geração mudou por conta desse conhecimento científico e dessa Tecnologia nova, isso é muito rápido, muito veloz. A aplicação da Tecnologia está acontecendo a uma velocidade muito grande e isso vai influenciando a Sociedade.

A influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia existe e tem seus prós e contras. Atrapalha o desenvolvimento de alguma pesquisa que pode até gerar alguma coisa interessante, mas que pode esbarrar na ética, em conceitos humanos e religiosos. É o caso do aborto. A influência quem está impondo é a Sociedade, e não uma pessoa, então, a população também tem peso nisso.

A influência da dedicação dos estudantes no ensino de Ciências para o desenvolvimento científico e tecnológico de nossa sociedade só existirá se eles estudarem mais *não só ciências. Deve-se exigir mais da escola hoje, pois a escola está banalizada. E não só em ciências, mas é lógico que estamos dando ênfase em ciências. Mas precisa, sim, de muito mais. O estudo está muito prejudicado, caído e falho. A carga horária de ciências, eu não digo que está muito baixa hoje, em contrapartida com a de português e a de matemática, que são cinco [aulas], não é tão pouca. Mas precisa ter mais seriedade na educação, precisa de um sistema que funcione. Então, deve-se estudar mais, pois hoje o que se aprende em Ciências na escola é muito pouco e básico, inclusive em alguns pontos chega a faltar o básico. Teria que ser ensinado muito mais coisas de Ciências.* O ensino de Ciências nas escolas de ensino fundamental e médio tem como função o *estudo mesmo, tem que estudar, pois não adianta você chegar à outra etapa de estudo, como uma universidade e posterior pós-graduação ou especialização, se você não teve base. Então, você tem que centrar na escola a Ciência como base. E hoje essa base está muito carente, muito deficitária, então, precisa elevar o conteúdo e a qualidade do ensino de ciências, e não estudar esse conteúdo sem compreensão.*

3.5.2.1 – Uma interpretação possível

Analisando a definição de Ciência dada pelo professor Sílvio pode-se considerar que esta descreve o caráter operatório da Ciência, que pode ser resumido pelo acrônimo P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), em que a pesquisa científica tem como papel fundamental descobrir e inventar coisas úteis para a Sociedade (ZIMAN, 2000). Pode-se inferir também que o professor possivelmente compreende que o conhecimento científico influencia a Sociedade através da sua aplicação na construção de novas Tecnologias. Neste sentido, nota-se que o professor provavelmente reconhece que a Ciência não pode ser considerada desligada da Sociedade e da Tecnologia, pois exerce influência no dia-a-dia das pessoas (SANTOS, 1999).

Em relação à natureza do conhecimento científico, especificamente se os cientistas realizam seus trabalhos de modo lógico o professor revela compreender que o conhecimento é construído segundo uma concepção empirista, que considera a observação, a experiência e a indução (que vai dos fatos às teorias e leis), como fonte e critério seguro para construção do conhecimento, neste sentido suas motivações para a realização de seus

trabalhos, podem ser classificadas como epistemológica (para conhecer ou saciar a curiosidade) e altruísta (beneficiar a Sociedade) (SANTOS, 1999).

Para o professor Sílvio, a falta de consenso sobre o uso dos alimentos transgênicos entre os cientistas se deve a falta de resultados, e possivelmente, isto depende das pesquisas que estão sendo realizadas. Neste sentido, pode-se considerar que o professor Sílvio possui algumas idéias positivistas sobre o conhecimento científico, semelhantes as que Chalmers (1993, p. 23) assinala que o “conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. (...) O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente”.

Em relação à definição de Tecnologia o professor a descreve considerando o seu caráter instrumental, pois define a como aplicação da Ciência, o que possivelmente equivale a afirmar que o desenvolvimento tecnológico depende hierarquicamente da pesquisa científica, ou seja, o conhecimento prático se subordina ao teórico e as teorias com as quais trabalha um tecnólogo são menos complexas que as científicas. Essa concepção não é muito apropriada, pois fomenta a superioridade do conhecimento científico sobre o tecnológico, possivelmente desconsiderando que existam teorias procedentes a própria Tecnologia (OSORIO, 2002).

Sobre a influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, pode-se considerar que o professor a reconhece, pois compreende que a atividade científica é influenciada por numerosos fatores que agem na cultura e na Sociedade, sobre os quais, por sua vez, exercem alguma influência no trabalho científico. Ampliando esta análise, pode-se considerar que estes fatores vão desde visões de mundo e ideologias até fatores éticos, econômicos, políticos e religiosos, passando pelos órgãos de fomento e da educação (KNELLER, 1980).

Em relação à influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade nota-se que o professor Sílvio compreende que a Sociedade está profundamente impregnada pela Ciência e pela Tecnologia, de modo que estas adquiriram um papel de responsabilidade social. Nesse sentido, no domínio da Ciência, as instituições sociais têm um papel estabilizador e regulador do conhecimento científico, conferindo-lhe um caráter mais efetivo e seguro do que ele teria se estivesse institucionalizado (NÚÑEZ 1999).

O professor Sílvio ao considerar que o desenvolvimento tecnológico é controlado pelo Governo, pela população e pela religião, dependendo do assunto pesquisado, demonstra possivelmente possui uma concepção democrática. Contudo, deve-se considerar

que para que a população possa exercer alguma influência sobre o controle tecnológico é necessário que ela antes tenha acesso às informações sobre os desenvolvimentos científico-tecnológicos, para assim ter condições de avaliar e participar das decisões de ordem política e social, que possivelmente irão causar impacto e conseqüências em seu cotidiano (BAZZO, 1998).

Para o professor, o ensino de Ciências possivelmente deve preparar e gerar as bases para que os estudantes prossigam seus estudos, ou seja, parece que para ele o ensino Ciências teria finalidade propedêutica em que o ensino de conteúdos canônicos das disciplinas de Biologia, Física, Química e etc. garantirão, como por exemplo, o ingresso e sucesso na universidade.

3.5.3 – A professora Marlene

Leciona Ciências no ensino fundamental há 8 anos, é licenciada em Ciências Biológicas e possui especialização em Educação Ambiental, tendo realizado ambos os cursos em universidades públicas, concluídos no ano 2000. No entanto, antes de se licenciar, se graduou em Odontologia e exerceu a profissão de dentista por 30 anos.

Segundo ela, a Ciência é *um conjunto de informações acumuladas pela humanidade, de observações e de experimentações, que são usadas para o esclarecimento de fenômenos, interpretação e solução de problemas do Universo.*

O cientista é motivado a trabalhar pela busca por *desafios para serem resolvidos e a resolução destes resulta na sua produção.* Suas crenças religiosas ou pessoais podem influenciar seus trabalhos *restringindo-o até que o cientista desvincula o que é religioso do que é científico.* Nesse sentido, *a Ciência não se contrapõe à religião, pois o cientista colabora com as religiões.* Seus trabalhos não são completamente realizados de modo lógico, pois *na execução do experimento ocorrem falhas.* O cientista nesse momento *parte para um procedimento que seja coerente.* Inicialmente, *existe uma idéia que não parece lógica, mas, devido a ajustes experimentais, ela se torna lógica.* Contudo, *não significa que durante a execução de todo o trabalho funcionou a lógica.*

O principal fator que pode gerar a falta de consenso de alguns cientistas *em relação aos transgênicos é a indagação a respeito do que isso pode trazer a longo prazo.* Eles ainda não conseguiram observar *se com o passar do tempo os alimentos transgênicos irão acarretar problemas para a humanidade.* Pode até não haver problemas, mas há o receio de que *com o passar do tempo ocorram mutações que não sejam benéficas.* Em relação às células-tronco, *a falta de consenso se relaciona com o fato de que cada cientista tem uma visão e conceito ético distintos, resultando em diferentes definições do começo da vida e até que ponto há interferência ao direito da vida de um embrião.* Outro problema é a *técnica de fertilização in vitro, que descarta muitos embriões, sendo talvez necessário um aprimoramento da técnica para que seja solucionado esse problema.* A construção do conhecimento científico *ocorre por meio de muita leitura, estudo e realização de experimentos.* A construção de qualquer conhecimento *depende de comparações entre o conhecimento antigo e o atual, a realização de experimentos e testes.* E se surgirem dúvidas, *estas serão sanadas por pesquisas e estudos até que se chegue a uma outra resposta.* Assim, *tudo que deve ser feito para construir o conhecimento tem que seguir essa linha, pois não existe outro modo para se obter o conhecimento científico.* Portanto, *não existe uma resposta*

final para nada. Nesse sentido, o conhecimento científico muda com o tempo, pois se num momento alguém possui uma visão sobre determinada coisa, à medida que essa pessoa estuda mais sobre o assunto, sua relação com o conhecimento muda, ou seja, melhora ou piora. E sua visão se torna completamente diferente do que era há dez ou quinze anos.

A Tecnologia é a técnica que tem como base o conhecimento formal e científico e é usada para interpretar, elucidar e resolver algum problema. A Tecnologia baseia-se no conhecimento científico para resolver certos problemas, os quais a Ciência interpelou. O controle dos desenvolvimentos tecnológicos é realizado pelo mercado, que investe desde que com isso receba lucros. Esses desenvolvimentos são divulgados por meio de propagandas que incentivam o consumo como algo que pode resolver todos os problemas da humanidade. Isso é como a história do aparelho celular: no início, ninguém precisava, entretanto, atualmente, há pessoas que não têm o que comer nem tem dinheiro para comprar remédio, e até ficam em filas de postos de saúde para ganhar remédio, mas têm um aparelho celular com o seu crédito garantido.

A influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia pode não existir até o momento em que a Sociedade não tem informação da área que está sendo pesquisada, a qual, por exemplo, a pesquisa pode estar em desacordo com os preceitos religiosos. Contudo, hoje em dia, os grupos fundamentalistas, religiosos ou culturais, não conseguem mais exercer muita influência sobre os cientistas, pois estes são conceituados para grande parte das pessoas.

A influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade ocorre principalmente no desenvolvimento das telecomunicações e com a internet. Hoje em dia, as pessoas pensam que acessando a internet saberão resolver seus problemas, e em muitos casos conseguem, pois ela ajuda muito. A internet é útil não só para os cientistas, pois todos podem se comunicar com pessoas do outro lado do mundo em questão de segundos. Então, essa influência facilita muito a vida das pessoas. Outro exemplo é a Tecnologia do DNA, cujas potencialidades estão sendo pesquisadas pelos cientistas para diagnóstico e tratamento de doenças. Só com esses exemplos, a Ciência e a Tecnologia mudaram completamente o contexto da vida das pessoas.

A influência da dedicação dos estudantes no ensino de Ciências para o desenvolvimento científico e tecnológico de nossa sociedade existirá somente se for exigido que os estudantes estudem mais tudo. Porque nós temos uma ou duas gerações perdidas que irão comprometer o desenvolvimento científico. Houve um tempo em que todo mundo tinha prazer em estudar e resolver problemas, mas hoje em dia os alunos não têm prazer em

resolver nada. Em razão deste período de descaso com o conhecimento e com o estudo, não teremos mais esse fluxo contínuo de pesquisadores, o que poderá gerar problemas no desenvolvimento científico até que os estudantes comecem a ter competência e voltem a estudar.

Sobre a função do ensino de Ciências nas escolas de ensino fundamental e médio, esta é descrita considerando a Ciência como *uma disciplina que perpassa todas as outras, sendo interdisciplinar, pois sua compreensão requer que se saiba resolver certos problemas matemáticos e físicos. Por exemplo, se o estudante não conhece muito bem a língua portuguesa, terá dificuldade de ler e interpretar o contexto ou mesmo de redigir quando há alguma descoberta e pretende-se publicá-la. Portanto, é fundamental estudar Ciência porque o dia inteiro nós lidamos com ela, deparando-nos com fenômenos que devem ser interpretados cientificamente para facilitar a vida. E o entendimento disso pelas pessoas é possível por meio do ensino de Ciências. Atualmente, a forma de ensinar e de aprender Ciências mudou para melhor, contudo, o interesse do aluno foi restringido. Ou seja, antes havia interesse, mas não havia informação científica disponível e hoje em dia há informações demais, mas não há mais interesse, então, cada época possui seu anacronismo.*

3.5.3.1 – Uma interpretação possível

A definição de Ciência dada pela professora Marlene possivelmente revela uma concepção empirista, pois ela considera a Ciência como o resultado do acúmulo de informações geradas pela observação e experimentação, a partir da interpretação e solução de problemas. Nessa concepção, as teorias científicas são sistemas formais e axiomáticos que incluem em si mesmos algumas interpretações empíricas, o que também pode caracterizar o “aspecto de arquivo da Ciência”, que a mostra como um corpo organizado de conhecimentos produzidos por meio de pesquisa, distribuídos em esquemas teóricos e publicados, difundidos socialmente em livros, revistas científicas, etc. (FONTES e SILVA, 2004, p. 20).

As motivações dos cientistas para a realização de seu trabalho surgem como desafios. Não trabalham contra a religião, mas sim a favor dela, e levam uma vida normal. Entretanto, não se observa a menção do trabalho em equipe ou colaborativo, o que pode significar a aprovação do trabalho autônomo dos cientistas na busca de respostas ou de verdades desinteressadas (NÚÑEZ, 1999).

Em relação à natureza do conhecimento científico, especificamente se os cientistas realizam seus trabalhos de modo lógico e sobre a construção do conhecimento científico, pode-se considerar que a professora descreve o trabalho do cientista como um processo no qual se segue uma metodologia influenciada pelo empirismo, que determina que a experiência está fundamentada no conhecimento científico, no qual as relações de causa e efeito devem ser estabelecidas, possibilitando a incorporação da verificação empírica e da análise lógica como bases do método, que serviriam de ponte entre a observação e a teoria.

A falta de consenso entre os cientistas em relação ao uso dos alimentos transgênicos, segundo a professora Marlene, deve-se possivelmente à ausência de observação e de realização de experiências que revelem as conseqüências futuras do seu uso. Para a professora, o conhecimento está em constante construção para que, possivelmente, se torne definitivo e, no futuro, gere resultados positivos que demonstrem eficiência, o que pode caracterizar uma concepção positivista do trabalho do cientista. Para Mondin (1980), o positivismo reflete, do ponto de vista especulativo, os sucessos da Ciência e da Tecnologia, tendo os critérios precisos e rigorosos das Ciências Naturais como fundamentais. Os positivistas não consideram que observações extremamente seguras garantem conclusões finais válidas. Contudo, podem possuir “expectativas irreais de que as conclusões a que os cientistas chegam são auto-evidentes e uniformes e que, portanto, observando os mesmos fatos chegarão às mesmas conclusões” (SANTOS, 1999, p. 67).

A definição para Tecnologia dada pela professora Marlene pode ser considerada apropriada, pois a descreve como uma técnica ou um conjunto de ferramentas construídas para “interpretar, elucidar e resolver algum problema”, o que pode caracterizar o enfoque instrumental da Tecnologia. A professora reconhece a Tecnologia como um processo social, uma prática que integra fatores sociais, econômicos, políticos, culturais e que sempre está influenciada por valores e interesses. Contudo, ao relatar que “Tecnologia baseia-se no conhecimento científico”, provavelmente está desconsiderando que a Tecnologia tem seu próprio corpo de conhecimentos, ou seja, depende somente dos conhecimentos provindos da Ciência. Isso pode revelar que ela considera que a Tecnologia como uma aplicação da Ciência. Para Santos (1999), essa crença significa reconhecer que o impulso para o avanço do desenvolvimento tecnológico é derivado da Ciência, ou seja, todo desenvolvimento tecnológico depende hierarquicamente da pesquisa científica ou do conhecimento científico, pois este gera a única forma objetiva de conhecimento do qual dependem todas as outras formas de conhecimento.

Para a professora Marlene, o desenvolvimento tecnológico é controlado pelo “mercado”, ou seja, ela entende que as grandes indústrias vendem seus produtos como soluções para os problemas da humanidade, visando o lucro. A professora faz uma crítica importante à mídia, que incentiva por meio de propagandas a população a consumir produtos tecnológicos, como o aparelho celular. Segundo ela, a população deixa de suprir suas necessidades básicas para, por exemplo, adquirir e manter o aparelho celular, demonstrando não serem críticas quanto ao uso desses produtos tecnológicos. Reforçando essa idéia, Bazzo (1998, p.114) relata que é preciso “retirar a ciência e a tecnologia de seus pedestais inabaláveis da investigação desinteressada da verdade e dos resultados generosos para o progresso humano”. Do mesmo modo, Kneller (1980) assinala que as conseqüências políticas, sociais e econômicas das novas Tecnologias precisam ser criticamente avaliadas antes de sua introdução na Sociedade e devem ser constantemente fiscalizadas, possibilitando que falhas que causam mais danos do que benefícios sejam sanadas. Entretanto, esse autor diz que a Tecnologia não ficará sob o controle social enquanto a política não criar as diretrizes específicas para isso.

Quando descreve a influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, pode-se inferir que a professora reconhece as interações CTS, pois descreve as atividades desenvolvidas pela Ciência e pela Tecnologia dentro do contexto social, cultural e de interação com seus diversos componentes. Em seus exemplos sobre o quanto a realização de pesquisas pode colaborar para o desenvolvimento de novos tratamentos médicos, não comenta a importância da participação da população nas políticas públicas sobre Ciência e Tecnologia para garantir, por exemplo, a defesa dos interesses públicos em contraposição aos interesses das indústrias farmacêuticas, que provavelmente irão aplicar essas novas Tecnologias para o desenvolvimento de novos fármacos, sem incentivar, contudo, pesquisas que buscam a cura de diversas doenças.

Analisando a declaração da professora Marlene sobre a função do ensino de Ciências, é possível reconhecer que ela compreende que ele deve ser útil para a vida, interdisciplinar e deve possibilitar a resolução dos problemas cotidianos envolvendo a Ciência e a Tecnologia, já que atualmente as conseqüências dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos envolvem as dimensões humana, social, cultural e econômica. Nesse sentido, geram diversas polêmicas que exigem julgamentos e tomadas de decisão por parte da Sociedade e das comunidades científicas e tecnológicas (PRAIA e CACHAPUZ, 2005).

3.5.4 – O professor Maurício

Leciona Ciências no ensino fundamental e Biologia no ensino médio há 17 anos. Graduou-se em bacharelado e licenciatura em Ciências Biológicas em uma universidade pública no ano de 1990. Contudo, não se dedicou exclusivamente à profissão de professor, tendo também trabalhado concomitantemente como técnico de laboratório de análises clínicas durante muitos anos.

Segundo ele, a Ciência é tudo o que as pessoas fazem, sejam elas cientistas ou não, na busca de explicar algum fenômeno que é observável ou não para a melhoria de determinadas situações. Nesse sentido, a busca de qualquer explicação para um determinado fenômeno consiste em fazer Ciência.

O que motiva os cientistas a trabalhar é a vontade de contribuir com o progresso da Sociedade; esse é o principal fator que leva os cientistas a desenvolver novas Tecnologias. Os cientistas realizam seus trabalhos de modo lógico, pois do contrário não conseguiriam resultado algum em suas pesquisas. Quando o cientista traça o seu objetivo, este tem que ser lógico na sua pesquisa, pois isso é necessário para explicar um fenômeno, desenvolver uma nova Tecnologia, criar uma nova teoria ou desenvolver uma nova explicação para uma teoria. Se seu trabalho não fosse lógico, dificilmente ele conseguiria um resultado rápido e prático.

O principal fator que pode gerar a falta de consenso de alguns cientistas sobre um determinado assunto está relacionado a se conhecer as conseqüências que podem ser geradas no futuro, como, por exemplo, qual a relação das plantas transgênicas com o ambiente natural ou com outras culturas da mesma espécie que não sejam transgênicas, quais seriam os riscos ambientais e a influência para os outros seres vivos. A falta desse consenso seria gerada pela ausência de respostas para essas questões, ou seja, a falta desse conhecimento real. E sobre as células-tronco, o principal problema seria como obter essas células, pois não há um consenso de como obtê-las; se essas células são extraídas de um embrião, envolvem-se os conceitos de início da vida. As influências religiosas e políticas são muito grandes nesse tipo de pesquisa, porque todo o trabalho científico com células-tronco depende do fator político. E o fator político está muito mais sustentado na parte religiosa do que na científica.

O conhecimento científico muda com o tempo, porque a Ciência e a Tecnologia estão em constante mudança, influenciando toda a Sociedade. Para descrever a construção do conhecimento científico, temos que pensar na base educacional, pois essa

construção inicia-se desde o primário. Se uma criança aprende um conhecimento errado, isso interferirá em toda a sua vida. Assim, desde os primeiros anos escolares, a criança deve ter seus conhecimentos mudados e reconstruídos continuamente até o ensino superior e em toda a vida cotidiana. Na área acadêmica, o cientista procura mudar determinados conceitos científicos por acreditar que esses não sejam mais lógicos e coerentes. Para isso, ele busca uma outra lógica na explicação e uma outra visão para aquele determinado conceito, tendo um crescimento e um desenvolvimento e uma mudança da visão de Ciência que possuía. Desse modo, está construindo novos conhecimentos e dando uma outra diretriz à sua construção de Ciência.

A Tecnologia é a busca de uma maneira de explicar fenômenos naturais ou não mudando a técnica. O homem faz Tecnologia desde que está presente na Terra: ele sempre buscou maneiras de mudar técnicas para melhorar a sobrevivência, ou seja, para manter-se no próprio planeta. Dessa forma, tudo o que se faz na busca de melhoria, e para o bem-estar da humanidade, seria uma Tecnologia. Por exemplo, na agricultura, quando você muda uma técnica de plantio para melhorar a produtividade, a Tecnologia está envolvida. O controle dos desenvolvimentos tecnológicos é realizado pelo fator financeiro, pois toda pesquisa tem um gasto exorbitante. Em relação às pesquisas com células-tronco, o dispêndio financeiro é muito grande, e o principal financiador é o Governo. Este depende da aprovação dos eleitores, os quais possuem um forte legado religioso. Assim, será improvável a aprovação de pesquisas relacionadas a esse tema se não estiver de acordo com os valores religiosos da Sociedade.

A influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade existe, pois atualmente toda a nossa sociedade fala do aquecimento global e do desenvolvimento da Ciência que a afeta. Quando se detecta quais são os fatores que fazem com que isso aconteça, percebe-se que a Ciência desenvolveu tudo isso e interferiu na Sociedade. Para solucionar tal problema, a Ciência usa a Tecnologia e desenvolve-a para melhorar nossa sociedade. Outro exemplo dessa influência é o desenvolvimento do celular e da telecomunicação, que também interferem na Sociedade.

A influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia é positiva, pois cada vez que é criada uma Tecnologia nova que a Sociedade aceita, a Ciência avança mais. Mas quando você não tem esse desenvolvimento tecnológico voltado principalmente para a Sociedade, ele fica muito preso na área científica. Nesse sentido, se fosse dividida a população de acordo com renda e grau de instrução, a maior parte dela não estaria voltada para esse lado de Tecnologia, de educação e Ciência. Portanto, a concepção da população

em geral é muito restrita com relação a esse assunto, e a sua influência no desenvolvimento da Tecnologia, da educação e da Ciência é muito pequena. Entretanto, a influência dos pesquisadores das universidades e das empresas é muito maior nessas áreas.

*A influência da dedicação dos estudantes no ensino de Ciências para o desenvolvimento científico e tecnológico de nossa sociedade pode ser considerada *inexistente*, pois infelizmente a nossa educação de ensino fundamental e médio traz exatamente o resultado de uma política educacional errada. Erro que foi gerado pela implantação da progressão continuada de uma maneira errônea, e todo este resultado nós estamos vendo agora. Os nossos alunos que já terminaram o ensino médio e estão tentando ingressar no ensino superior não conseguem fazê-lo, pois possuem diversos problemas devido à progressão continuada. E os professores da universidade sentem exatamente o resultado de uma política educacional errada ao ministrarem aulas a esses alunos. Contudo, se os estudantes tivessem uma base científica concreta e solidificada, a pesquisa científica realizada por eles no ensino superior aumentaria muito.*

3.5.4.1 – Uma interpretação possível

A definição de Ciência dada pelo professor Maurício revela que ele reconhece a Ciência como uma tentativa de explicar racionalmente os fenômenos, que corresponde a uma atividade humana em que se investiga o mundo para conhecê-lo melhor e ter condições de intervir nele. Vincular a compreensão da Ciência a uma atividade determinada historicamente, que transforma o homem e a própria história, constitui uma concepção atual do que é Ciência (ANDERY et al., 2003).

Em relação à natureza do conhecimento científico, especificamente se os cientistas realizam seus trabalhos de modo lógico, observa-se que para o professor a realização do trabalho do cientista pode ser interpretada pelo modelo reticular da Ciência proposto por Laudan (1984, apud CANAVARRO, 1999, p. 159), no qual a racionalidade científica é interpretada como uma estrutura hierárquica, na qual as teorias são justificadas pelos resultados provindos de regras metodológicas que são justificadas por seus objetivos, de modo que tudo deve estar harmonizado. Esse modelo conduz à rejeição do realismo ao propor que os fatos possam ser objetos de discussão no quadro teórico de uma determinada metodologia, de modo que a interatividade dos componentes da estrutura do pensamento científico pode levar a idealizar esse cenário.

Em relação às motivações que levam os cientistas a trabalhar, o professor as descreve como um tecnólogo, com características altruístas e desinteressadas, ou seja, um inventor de novas Tecnologias destinadas a auxiliar a população. Para o professor, a falta de consenso entre os cientistas é dependente do contexto sociopolítico. Desse modo, a atividade científica pode não garantir a objetividade da Ciência. Em relação ao trabalho com células-tronco, pode-se observar que se aplica o que Kneller (1980, p. 206) assinala:

Em épocas de crise social e política, a visão tradicional do mundo e certas regras da vida são questionadas pelo grupo ou classe que precipitou a crise, e são procuradas alternativas para reforçá-las ou substituir. Quando os pressupostos tradicionais não mais explicam as perturbações em suas vidas, os homens ficam perplexos e confusos – tal como o cientista em sua vida privada e em seu trabalho. Ele é levado a examinar seus pressupostos fundamentais, a testar as hipóteses científicas por ele influenciadas e a ver sua obra em alguma relação com a crise de seu tempo. Assim, as crises sociais e políticas, envolvendo conflitos em torno da visão do mundo, contribuem freqüentemente para crises na Ciência e propiciam a ascensão de novas e poderosas tradições de pesquisa.

Em relação à definição de Tecnologia, possivelmente o professor compreende que o conhecimento técnico possibilita ação prática, como resposta a necessidades concretas por meio da fabricação de coisas úteis, resolução de problemas, etc., não se limitando exclusivamente à invenção, fabricação e ao uso de instrumentos. Para Santos (1999, p. 134), esse conhecimento técnico é estruturado através da “tensão entre as exigências do *design funcional* (possibilitando o alcance de determinado objetivo prático) e as restrições específicas do contexto do trabalho (satisfazendo as exigências impostas externamente, tais como a preservação do ambiente, etc.)”.

Para o professor Maurício o desenvolvimento tecnológico é controlado pelo fator financeiro, representado pelo Governo. Nesse sentido, pode-se considerar que para o professor o desenvolvimento tecnológico não responde a interesses industriais, tais como rentabilidade, eficácia, etc., pois menciona que o desenvolvimento tecnológico é financiado somente pelo Governo. Logo, sendo financiado pelo Governo, tal desenvolvimento passa a responder aos interesses políticos e sociais, e não exclusivamente ao lucro (ZIMAN, 1999).

Quanto à influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, pode-se considerar que o pensamento do professor Maurício assemelha-se ao de Duschl (2000), segundo o qual a participação dos cidadãos em processos decisórios relacionados a questões científicas e tecnológicas depende de sua compreensão sobre as dinâmicas sociais, cognitivas e epistemológicas da Ciência. Nesse sentido, pode-se considerar que a população em geral tem pouca influência sobre as pesquisas científicas e tecnológicas, pois as pessoas não possuem acesso às informações necessárias que possibilitariam exercer algum tipo de influência.

Em relação à influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, o professor deposita sobre a Ciência e a Tecnologia toda a responsabilidade pela situação atual de degradação do planeta e também pela resolução desses problemas. Contudo, pondera-se que as responsabilidades sobre tal degradação não deveriam recair somente sobre aqueles que trabalham com Ciência e Tecnologia, já que não só essas pessoas estão criando e produzindo essa situação, mas um conjunto de pessoas (economistas, políticos, empresários e operários). Portanto, as críticas e as chamadas à responsabilidade devem estender-se a todos, inclusive aos cidadãos consumidores (FERNÁNDEZ et al., 2002).

Para o professor, o ensino não está cumprindo sua função, devido à existência de falhas no sistema educacional, as quais estão relacionadas ao sistema de progressão continuada. Isso revela que suas preocupações em relação ao ensino de Ciências não estão relacionadas às questões CTS. Desse modo, pode-se interpretar que o professor concebe a função ou finalidade do ensino de Ciências como uma preparação para se prosseguir os estudos em nível superior, os quais possivelmente possibilitarão o desenvolvimento científico e tecnológico da Sociedade.

Contudo, atualmente, é possível observar que a educação científica, como diz o professor, deve ser a base para a formação do cidadão, pois é por meio dela que os alunos poderão reconhecer a Ciência e a Tecnologia como empreendimentos humanos, compreender os seus limites, suas possibilidades e seus efeitos sociais. Santos (1999) alerta que os estudantes só reconhecerão a importância de aprender sobre Ciência e Tecnologia se os professores em suas aulas não usarem unicamente argumentos pedagógicos, utilitários, democráticos, culturais e morais, mas mostrarem aos alunos que o domínio de conhecimentos científicos e tecnológicos é necessário para utilizar os objetos técnicos e científicos presentes no cotidiano, para posicionar-se diante de tomada de decisões sobre questões sociocientíficas, etc.

Considerações finais

Os resultados obtidos através do questionário VOSTS e da entrevista semi-estruturada sobre as interações CTS referem-se às questões: “Quais são as concepções de professores da área de Ciências Naturais sobre as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade?” e “Qual o alcance de dois instrumentos usualmente adotados pelas pesquisas para identificar as concepções sobre as interações CTS: o questionário VOSTS e a entrevista semi-estruturada?”. Realizou-se uma comparação entre os resultados obtidos através desses dois instrumentos por meio de nove questões cujas dimensões ou subdimensões foram abordadas em ambos.

Ao analisar as respostas dos professores para os dois instrumentos, observa-se que, mesmo nas questões do questionário VOSTS e da entrevista semi-estruturada que possuem algumas diferenças em seus enunciados, a maioria das respostas dos professores Vanda, Sílvio, Maurício e Marlene não foi contraditória. Isso foi observado nas questões relacionadas às dimensões *definição de Ciência, interdependência da Ciência e da Tecnologia, ética, características dos cientistas e construção social do conhecimento científico*, nas quais os professores apresentaram concepções semelhantes, muitas vezes construídas com os mesmos elementos textuais.

Em relação à subdimensão *instituições educativas*, observa-se que na entrevista os professores Sílvio, Marlene e Maurício ampliaram a discussão sobre essa temática, reafirmando suas concordâncias com a resposta dada ao questionário VOSTS. Tal fato não foi constatado na análise das respostas dadas pela professora Vanda, pois no questionário ela concordou que se deve exigir que os estudantes estudem mais Ciência (frase B) e na entrevista, ao contrário, relatou que não tem que se exigir mais estudo, o que deve ser alterado é “a maneira de ministrar a aula”. Esse descompasso é ainda mais evidente levando-se em conta que no questionário VOSTS há respostas que abordam essa preocupação.

Ao comparar as respostas do professor Sílvio no questionário VOSTS com as dadas na entrevista, observa-se que, em relação à subdimensão *definição de Tecnologia*, na entrevista ele a define como “aplicação da Ciência”, ao passo que no questionário ele não assinalou a frase que contém essa definição (frase B). Desse modo, detecta-se uma discrepância entre suas respostas, pois o professor assinalou a frase E, que define Tecnologia como uma técnica para resolução de problemas práticos.

Em relação às respostas da professora Marlene na subdimensão *ética*, no questionário e na entrevista observam-se contradições, pois nesta ela diz que “hoje em dia os grupos fundamentalistas, religiosos, culturais não conseguem exercer muita influência sobre

os cientistas” e no questionário ela concordou com a frase E, que relata uma situação contrária à anterior.

A análise dos dados fornecidos pelos professores durante a realização das entrevistas permitiu constatar as potencialidades do roteiro na obtenção de informações pertinentes para a investigação. Considera-se que a entrevista semi-estruturada é uma ferramenta que permite a detecção e a exploração de alguns aspectos vinculados aos sentimentos, concepções e valores dos sujeitos, importantes para a compreensão da problemática em estudo. A entrevista é um processo sociointeracional no qual se estabelece uma relação hierárquica e cria-se um ambiente de influência recíproca entre o pesquisador e o pesquisado. Ela é um instrumento que está submetido aos cânones do método científico, um dos quais é a busca da objetividade, ou seja, a tentativa de captação do real, sem contaminações indesejáveis nem por parte do pesquisador nem de fatores externos que possam modificar o real original.

O uso e análise da entrevista semi-estruturada possibilitaram aos professores uma liberdade para expressarem suas concepções sobre as seguintes subdimensões: definição de Ciência e de Tecnologia, influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, características dos cientistas, construção social do conhecimento científico, construção social da Tecnologia e natureza do conhecimento científico. Em suma, a análise efetuada aponta que o uso do questionário VOSTS associado à entrevista semi-estruturada é um procedimento válido e que permite maior amplitude de respostas apreendendo além das concepções dos professores em relação à Ciência, Tecnologia e Sociedade elementos do processo educativo escolar que estão na base das suas práticas de ensino e do seu desenvolvimento profissional.

Embora se considere que o questionário VOSTS direciona a resposta do professor, fato tido como uma falha do instrumento por Lederman (2002), nesta pesquisa observou-se que o uso desse questionário possibilita verificar as concepções sobre as interações CTS dos professores com êxito, já que o pensamento deles é direcionado para esse tema. Tal fato, contudo, não pôde ser constatado em algumas questões da entrevista, pois se observou que as preocupações de alguns dos professores não estão relacionadas com a implementação da perspectiva de ensino CTS. Suas inquietações estendem-se para questões educacionais mais amplas, tais como a progressão continuada e a redução do número de aulas de Ciência e Biologia, preocupações que não estão no universo do questionário VOSTS e do estudo sobre as interações CTS. Outro fato positivo em relação ao uso do questionário VOSTS diz respeito à sua atualidade, pois mesmo tendo sido construído em 1989 considera-

se que esse instrumento não está desatualizado, visto que as respostas dos professores para o questionário e para a entrevista não revelaram resultados discrepantes, mas com alto grau de similaridade, exceto em relação às questões já discutidas. Considera-se também que a aplicação do questionário VOSTS para um pequeno número de pessoas possibilitou uma análise qualitativa e uma maior reflexão sobre as interações CTS, fato que não é observado em pesquisas nas quais o questionário foi aplicado para um grande número de pessoas e realizou-se análise estatística.

Segundo Aikenhead e Ryan (1992), o questionário VOSTS pode servir como um instrumento de avaliação das concepções CTS de alunos ou professores que podem gerar dados que norteiem a construção de um currículo CTS ou uma situação pedagógica. Os autores alegam que as questões do questionário VOSTS já foram utilizadas com êxito por professores de Ciências para iniciar discussões acerca de tópicos específicos sobre CTS durante suas aulas, para se auto-avaliarem e avaliarem seus alunos. Desse modo, considera-se que a categorização (em realista, plausível e simplista) das frases das questões do questionário VOSTS realizada por professores/pesquisadores possibilita ao professor de Ciências Naturais uma maior compreensão a respeito do questionário VOSTS, caso este seja utilizado como sugerem Aikenhead e Ryan (1992).

Retomando a discussão sobre o fato de que as questões do questionário VOSTS podem nortear a seleção de conteúdos CTS; considera-se que essa seleção pode ser pautada na observação das frases em que se obteve maior consenso entre os professores/pesquisadores, por elas possivelmente representarem concepções compartilhadas entre eles. Assim, pondera-se que aliado a esse fato está um dos principais objetivos do ensino de Ciências, que é formar indivíduos alfabetizados cientificamente, de modo que:

os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e os conflitos gerados pela negociação política. Uma formação crítica exige por parte dos sujeitos a capacidade de discutir abertamente questões resolvidas em instâncias tecnocráticas, que devem estar amparadas em sólida formação científica e tecnológica. Implica que seja possível discriminar o domínio da ciência e da tecnologia do debate ético e político (OCEM, p. 47).

Para a conquista desse objetivo, considera-se necessário que os professores possuam concepções contemporâneas sobre as interações CTS. Nesse sentido, os resultados do presente estudo evidenciam que os professores possuem algumas concepções incompatíveis sobre as interações CTS, entre as quais se destaca a compreensão da Tecnologia como a aplicação da Ciência, da Ciência como um conjunto de informações, observações e experimentações, da Ciência como uma técnica para a resolução de problemas

práticos, da Ciência como algo indefinível, de que todo conhecimento tecnológico se constitui em uma descoberta científica, a concepção de que crenças pessoais ou religiosas exercem pouca ou nenhuma influência no trabalho dos cientistas, que o objetivo da Ciência é tornar o nosso mundo um lugar melhor para vivermos, que a Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das populações, que nosso pensamento não é influenciado por coisas científicas e que a Tecnologia está a serviço dos consumidores.

Considera-se importante que algumas intervenções sejam feitas para melhorar essa situação, sem, contudo, impor uma determinada perspectiva sobre a Natureza da Ciência aos professores, muito menos apresentá-la como se fosse a melhor ou imutável, mas sim fornecer a eles diversas formas de entender o que é Ciência e, sobretudo, a idéia fundamental de que a própria Natureza da Ciência também está em constante mudança. Isso implicaria, segundo Vázquez et al. (2001), ampliar a formação dos professores com a apresentação de uma variedade de autores, pensamentos, opiniões e enfoques para que possam submetê-los a uma análise reflexiva e crítica, na qual não fossem utilizados enfoques reducionistas. Em relação à formação inicial de professores de Ciências Naturais, é importante detectar as concepções desses futuros professores sobre as interações CTS ainda durante o início do curso, a fim de realizar alterações nos programas curriculares de seus cursos – por exemplo, com a inclusão de disciplinas CTS – ou de proporcionar aos alunos experiências, através de seminários, conferências ou visitas a centros científicos e tecnológicos, que promovam a oportunidade para que esses alunos ampliem suas concepções sobre as interações CTS.

Não foram realizadas observações das ações didáticas dos professores participantes desta pesquisa devido à restrição de tempo imposta pelo curso de mestrado. Esse procedimento teria o intuito de verificar a hipótese encontrada na literatura de que as compreensões de professores sobre a Natureza da Ciência guardam alguma relação com as de seus alunos e que essas crenças influenciam significativamente a sua forma de ensinar Ciências (ACEVEDO, 2000). Como relatado, o pouco tempo hábil impossibilitou a verificação de se as concepções dos professores sobre as interações CTS observadas no questionário VOSTS e na entrevista semi-estruturada estão presentes nas suas ações didáticas. Nesse sentido, considera-se importante que tais observações sejam realizadas em trabalhos futuros.

Referências Bibliográficas

ABD-EL-KHALICK, F. Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 1, p. 15–42, 2005.

ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.; LEDERMAN, N. The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, v. 82, n.4, p. 417-437, 1998.

ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S. An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, n. 7, p. 673–699, 1997.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. Improving science teachers. Conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

ACEVEDO, J. A. Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencias, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología, sociedad y innovación*, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/varios1.htm>> Acesso em: 14 fev. 2006.

ACEVEDO, J. A. Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2000. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo18.htm>> Acesso em: 14 fev. 2006.

ACEVEDO, J. A. Modelos de relaciones entre ciencia e tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza Divulgación de las Ciencias*. v. 3, n. 2, p. 198-219, 2006.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 4, n. 1, p. 42-66, 2007.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n. 3, p. 1-24, 2003.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXAO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.

AIKENHEAD, G. S. Renegotiating the culture of school science: Scientific literacy for an informed public. In: LISBON'S SCHOOL OF SCIENCE CONFERENCE COMMEMORATING IT'S 30 YEARS OF TEACHER TRAINING; 17 de maio de 2002a, Centre for Educational Research, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/portugal.htm>> Acesso em: 15 maio 2006.

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 Press. 2002b.

Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>>. Acesso em: 03 maio 2006.

AIKENHEAD, G. S. Review of research on humanistic perspectives in science curricula. In: CONFERENCE OF THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (ESERA): RESEARCH AND THE QUALITY OF SCIENCE EDUCATION, n. 4, 2003, Noordwijkerhout, The Netherlands.

Disponível em: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA_2.htm> Acesso em: 03 maio 2006.

AIKENHEAD, G. S. Science communication with the public: a cross-cultural event. In: BRYANT, C.; GORE, M.; STOCKLMAYER, S. (Ed.). *Science Communication in Theory and Practice*. Netherlands: Kluwer Academic, p. 23-45, 2001.

AIKENHEAD, G. S. STS science in Canada: from policy to student evaluation. In: KUMAR, D. D.; CHUBIN, D. E. (Eds.), *Science, technology, and society: a sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, p. 49-89, 2000. Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsincan.htm>> Acesso em: 03 maio 2006.

AIKENHEAD, G. S. The social contract of science: implications for teacher science. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). *STS Education: International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press, p. 11-20, 1994a.

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Eds.). *STS Education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p. 47-59, 1994b.

AIKENHEAD, G. S. Consequences to learning science through STS: a research perspective. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p. 169-186, 1994c.

AIKENHEAD, G. S.; FLEMING, R. W.; RYAN, A. High-school graduate's beliefs about science-technology-society. I. Methods and Issues in monitoring students views. *Science Education*, v. 71, n. 2, p. 147-161, 1987.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. The development of a new instrument: views on science-technology-society (VOSTS). *Science Education*, v. 76, n. 5, p. 477-491, 1992.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A.; FLEMING, R. W. Views on science-technology society (form CDN.mc.5). Saskatoon, Canada, S7N OWO: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan, 1989. 116 p.

Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2006.

AKERSON, V. L.; ABD-EL-KHALICK, F. A.; LEDERMAN, N. G. Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n.4, p. 295-317, 2000.

- ANDERY, M. A. P. A.; et al. *Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica*. Rio de Janeiro: Garamond; São Paulo: EDUC, 2003. 436 p.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Visões de Professores sobre as Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 1999, Valinhos-SP. Atas do II ENPEC.
- BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: UFSC, 1998. 319p.
- BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. Understandings of the nature of science and decision making in science and technology based issues. *Science Education*, v. 87, n. 3, p. 352–377, 2003.
- BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F. Developing and acting upon one's conception of the nature of science: a follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 6, p. 563–581, 2000.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Alegre: Porto Editora, 1994. 334 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações Curriculares para o Ensino Médio, v.2).
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares: ciências naturais*. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1997. 136 p.
- BYBEE, R. The Sisyphian question in science education: what should the scientifically and technologically literate person know value and do as a citizen? In: BYBEE, R. (Ed.). *Science technologically, society*. Washington: NSTA, 1986. p. 79-93.

- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P; PRAIA, J.; VILCHES, A. A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo: Cortez, 2005. 261 p.
- CANAVARRO, J. M. *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto, 1999. 228 p.
- CANAVARRO, J. M. *O que se pensa sobre a ciência*. Coimbra: Quarteto, 2000. 216 p.
- CASTORIADIS, C. *A ascensão da insignificância*. Lisboa: Bizâncio. 1998. 278 p.
- CASTORIADIS, C.; CONH-BENDIT, D. *Da ecologia à autonomia*. Coimbra: Centelha, 1983. 87 p.
- CHALMERS, A. F. *O que é ciência, afinal?* Tradução de Raul Fiker. 1. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993. 226 p.
- DEBOER, G. 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.
- DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press. 1996. 172 p.
- DUARTE, P. M. T. Elementos para o estudo da paráfrase. *Revista Letras*, n. 59, p. 241-259, 2003.
- ELLUL, J. *Le bluff technologique*. Paris: Hachette. 1988. 489 p.
- FEENBERG, A. *Questioning Technology*. 3. ed. London and New York: Routledge – Taylor & Francis Group, 2001. 243 p.
- FEENBERG, A. *Transforming technology: A Critical Theory Revisited*. Oxford: Oxford University Press, 2002. 218 p.
- FEENBERG, Andrew. *Critical theory of technology*. New York: Oxford University Press, 1991. 235 p.

- FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.
- FERREIRA, A. B. H. *Dicionário da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.
- FLICK, U. *Uma introdução a pesquisa qualitativa*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 331p.
- FONTES, A.; SILVA, I. R. *Uma nova forma de aprender ciências: a educação em ciência/tecnologia/sociedade (CTS)*. Porto: Asa, 2004. 168 p.
- FREIRE- MAIA, N. *A ciência por dentro*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1992. 262 p.
- FUCHS, C. *La paraphrase*. Paris: Presses Universitaires de France, 1982. 184 p.
- GARCIA-MILÀ, M. O ensino e a aprendizagem das ciências físico-naturais: uma perspectiva psicológica. In: COLL, C.; ÁLVARO, M.; PALACIOS, J. (Org.) *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação escolar*. Tradução de Daisy Vaz de Moraes. 2. ed., Porto Alegre: Artmed, 2004. v. 2, p. 361-366.
- GEWANDSZNAJDER, F.; MAZZOTTI-ALVES, A.J. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. 2. ed – São Paulo: Thomson, 1999. 204 p.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n.2, p.125-153, 2001.
- GONZÁLEZ, F. R. *La investigación cualitativa en psicología: rumbos y desafíos*. São Paulo: Educ, 1999. 184 p.
- HAAS, J. et al. O Memorando de Johannesburgo: justiça num mundo frágil. Tradução de Renato Aguiar. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2002. 92 p. Disponível em: < <http://www.worldsummit2002.org/download/MemoPtgInternetPictures.pdf> >. Acesso em: 20 de set. de 2006.

HILGERT, J. G. *A paráfrase: um procedimento de constituição do diálogo*. 1989. Tese (Doutorado em Letras Filologia e Língua Portuguesa) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

HOLTON, G. *The scientific imagination: case studies*. Cambridge: Cambridge University Press. 1978. 382 p.

HURD, P. D. Science literacy: its meaning for American schools. *Educational Leadership*, v. 16, n. 52, p. 13–16, 1958.

JACOB, F. *O jogo dos possíveis*. Tradução de N.Almeida. Lisboa: ASA, 1982. 276 p.

KEMP, A. C. Implications of diverse meanings for "scientific literacy". In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR THE EDUCATION OF TEACHERS IN SCIENCE, 2002, Pensacola-FL-USA. Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, Pensacola, FL: AETS, 2002. p. 1202-1229.

KNELLER, G. *A Ciência como atividade humana*. Tradução de Antonio José de Souza. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980. 310 p.

KOULADIS, V.; OGBORN, J. Science teachers' philosophical assumptions: How well do we understand them? *International Journal of Science Education*, v. 17, n. 3, p 273-283, 1995.

LACEY, H. A ciência e o bem-estar humano: para uma nova maneira de estruturar a actividade científica. In: SANTOS, B. S. (Org.). *Conhecimento prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências*. São Paulo: Cortez, 2003. 826 p.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. *Laboratory life: the social construction of scientific facts*. London: Sage. 1979. 294 p.

LAUDAN, L. *Science and values: the aims of science and their role in scientific debate*. Barkley: University of California Press. 1984. 149 p.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy. *Science Education*, vol. 84, n.1, p. 71-94, 2000.

- LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). *Handbook of research on science education*. Mahwah – NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. 2007. p. 831– 880.
- LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 26, n. 9, p. 771-783, 1992.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986, 99 p.
- MERTON, R. K. *Sociología de la ciencia: investigaciones teóricas y empíricas*. Madrid: Alianza. 1977. 300 p.
- MESSICK, S. Validity. In: LINN, R. L. (Ed.). *Educational measurement*. 3.ed. New York: Macmillan. 1989. p. 13-103.
- MISHLER, E. G. Validation in inquiry-guided research: The role of exemplars in narrative studies. *Harvard Educational Review*, v. 60, n. 4, p. 415-442, 1990.
- MONDIN, B. *Introdução à filosofia: problemas, sistemas, autores, obras*. Tradução de J. Renard e Luiz J. Gaio. São Paulo: Paulus, 1980. 323 p. (Coleção Filosofia 2).
- MORRISON, J. A.; RAAB, F.; INGRAM, D. Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/117861043/ABSTRACT>>. (Digital Object Identifier 10.1002/tea.20252). Acesso em: 26 de dez. de 2007.
- NIINILUOTO, I. Marco teórico: ciencia frente a tecnología: ¿diferencia o identidad? *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*, n. 620, p. 285-300, 1997.
- NSTA (National Science Teachers Association). *Science-Technology-Society. A new effort for providing appropriate science for all (NSTA Handbook)*. Washington, DC.: NSTA, 1990. Disponível em: <<http://www.nsta.org/about/positons/sts.aspx>>. Acesso em: 22 de ago. de 2006.

NUNES, J. A. Um discurso sobre as Ciências 16 anos depois. In: SANTOS, B. S. (Org.); *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente: um discurso sobre as ciências revisitado*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003, p. 59-83.

NÚÑEZ, J. J. *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. Lo que la educación científica no debería olvidar. La Havana: Edidotiral Félix Varela, 1999. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/nunez00.htm>>. Acesso em 30 de jan. de 2007.

ORLANDI, E. *Análise de discurso: princípios e procedimentos*. Campinas: Pontes, 2001. 100 p.

OSORIO, C. Enfoques sobre la tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, n. 2, Janeiro-abril, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/osorio.htm>> Acesso em: 22 jan. 2007.

PASQUALI, L. *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. Petrópolis: Vozes, 2003. 397 p.

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. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRADO, R.; CALVO, F. The cognitive dimension of public perceptions of science: methodological issues. *Public Understand of Science*, v. 13, n. 3, p. 203–227, 2004.

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

ROSSI, P. *Os filósofos e as máquinas*, São Paulo: Companhia das Letras, p.63-88, 1989.

RUBBA, P. A.; HARKNESS, W. L. Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science-technology-society interactions. *Science Education*, v. 77, n. 4, p. 407-431, 1993.

RUBBA, P. A.; SCHONEWEG-BRADFORD, C. S.; HARKNESS, W. L. A new scoring procedure for Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, v. 18, n. 4, p. 387-400, 1996.

SANTOS, B. S. *Introdução a uma ciência pós-moderna*. 4. ed. Rio de Janeiro: Graall, 1989. 176p.

SANTOS, B. S. (Org.); *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente: um discurso sobre as ciências revisitado*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003. 826 p.

SANTOS, M. E. V. M. *A cidadania na “Voz” dos manuais escolares*. Lisboa: Livros Horizonte, 2001. 370 p.

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

SANTOS, M. E. V. M. *Desafios pedagógicos para o século XXI*. Suas raízes em fontes de mudança de natureza científica, tecnológica e social. Lisboa: Livros Horizonte. 1999. 275 p.

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 Ciência*, v. 2, n. 3, p. 1-23, 2002.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G. “It’s the nature of the beast”: the influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 3, p. 205–236, 2002.

TRIVIÑOS, A. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987. 175 p.

UNESCO. *A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação*. 2. ed. Brasília: UNESCO, 2003. 71 p.

VÁZQUEZ, A. A.; MANASSERO, A. M.; ACEVEDO, J. A., ACEVEDO, P. Consensos sobre la naturaleza de la Ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 331-363, 2007. Disponível em:

<http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART7_Vol6_N2.pdf> Acesso em: 10 out. 2007.

VÁZQUEZ, A. A.; MANASSERO, M. A. M.; ACEVEDO, J. A. Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: escalamiento de ítems. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, v. 7, n. 1, p. 1-31, 2005. Disponível em: <<http://redie.uabc.mx/contenido/vol7no1/contenido-vazquez.pdf>> Acesso em: 08 ago. 2007.

VÁZQUEZ, A. A.; ACEVEDO, P. R.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A. M. Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica: revista española de ciencia, tecnología y sociedad, y filosofía de la tecnología*, n. 4, p. 135-176, 2001.

VILCHES, A.; SOLBES, J.; GIL-PÉREZ, D. Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos. *Alambique*, v. 41, p. 89-98, 2004.

WELLINGTON, J. Formal and informal learning in science: the role of the interactive centers. *Physics Education*, v. 25, n. 5, p. 247-252, 1990.

ZIMAN, J. A ciência na sociedade moderna. In: *A ciência tal que se faz*. Lisboa: Ministério da Ciência e da Tecnologia/Edições João Sá da Costa, p. 436-450, 1999.

ZIMAN, J. *Conhecimento público*. Traduzido por Regina Regis Junqueira. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. 164 p.

ZIMAN, J. The rationale of STS Education is in the Approach. In: AIKENHEAD, G.; SOLOMON, J. (ED.). *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p. 21-31, 1994.

ZIMAN, J. *Real Science: what it is, and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 399 p.

Apêndice A: Questionário VOSTS

10111	
1. A definição de Ciência é difícil porque se trata de algo complexo e que se ocupa de muitas coisas, todavia, a Ciência é principalmente:	
A	O estudo de áreas como a Biologia, a Química ou a Física.
B	Um corpo de conhecimentos, tais como leis e teorias, que explicam o mundo à nossa volta (a matéria, a energia).
C	A exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funcionam.
D	O desenvolvimento de experiências com o objetivo de resolver problemas que afetam o mundo em que vivemos.
E	A invenção ou a criação de, por exemplo, corações artificiais, computadores ou veículos espaciais.
F	A descoberta e a utilização de conhecimentos para melhorar as condições de vida das pessoas (por exemplo, a cura de doenças, eliminação da poluição, desenvolvimento da agricultura).
G	Um conjunto de pessoas (os cientistas) que possuem idéias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.
H	Ninguém pode definir Ciência.

10211	
2. A definição de Tecnologia é difícil porque ela atua em diversos segmentos da Sociedade. Todavia, a Tecnologia é principalmente:	
A	Muito parecida com a Ciência.
B	A aplicação da Ciência.
C	Um conjunto de novos processos, instrumentos, máquinas, utensílios, aparelhos, computadores, coisas práticas que utilizamos no dia-a-dia.
D	A robótica, eletrônica, informática, automação.
E	Uma técnica para a resolução de problemas práticos.
F	Inventar, conceber e testar, por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais.
G	Um conjunto de idéias e técnicas para a concepção de produtos, para a organização do trabalho das pessoas, para o progresso da Sociedade.

10431	
3. Os tecnólogos têm seu próprio corpo de conhecimento. Poucos desenvolvimentos em Tecnologia vieram diretamente de descobertas realizadas pela Ciência. Sua posição, basicamente, é:	
A	A Tecnologia avança principalmente por si própria. Não precisa, necessariamente, das descobertas científicas.
B	A Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e em seu próprio corpo de conhecimento.
C	Os cientistas e tecnólogos dependem do mesmo corpo de conhecimento, porque Ciência e Tecnologia são muito semelhantes.
Todo desenvolvimento tecnológico se constrói em uma descoberta científica:	
D	Porque as descobertas científicas sempre são utilizadas para os desenvolvimentos tecnológicos ou para outros usos científicos.
E	Porque esta lhe fornece informações fundamentais e novas idéias.

20411	
4. Algumas culturas têm pontos de vista particulares em relação à natureza e ao homem. Os cientistas e as pesquisas científicas são afetados pelas visões religiosas ou éticas que caracterizam a cultura do local onde o trabalho é realizado.	
Visões religiosas ou éticas influenciam a pesquisa científica:	
A	Porque algumas culturas desejam que a pesquisa realizada seja específica para seu próprio benefício.
B	Porque os cientistas podem escolher inconscientemente pesquisas que apoiariam sua cultura.
C	Porque a maioria dos cientistas não faz pesquisa que vá contra a sua educação ou suas convicções.
D	Porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. São essas diferenças individuais dos cientistas que influenciam o tipo de pesquisa a ser feita.
E	Porque os grupos mais poderosos que representam convicções culturais, políticas ou religiosas apoiarão freqüentemente determinados projetos de pesquisa ou até mesmo impedirão que determinada pesquisa ocorra.
As visões religiosas ou éticas não influenciam a pesquisa científica:	
F	Porque a pesquisa continua, apesar dos conflitos entre cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos (por exemplo, conflitos sobre a origem e a evolução das espécies).
G	Porque os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência, não considerando visões culturais ou éticas.

20511	
5. O sucesso de Ciência e Tecnologia no Brasil depende de termos bons cientistas, engenheiros e técnicos. Conseqüentemente, o Brasil deve exigir que os estudantes estudem mais Ciência na escola.	
Deve-se exigir dos estudantes que estudem mais Ciência:	
A	Porque isso é importante para ajudar o Brasil a manter o ritmo de crescimento como os dos outros países.
B	Porque a Ciência afeta quase todos os aspectos da Sociedade. Como no passado, nosso futuro depende dos bons cientistas e tecnólogos.
C	Deveria ser exigido que os estudantes estudassem mais Ciência, mas orientados por um tipo diferente de curso, no qual aprendessem como a Ciência e a Tecnologia afetam suas vidas cotidianas.
Não deve ser exigido aos estudantes que estudem mais Ciência:	
D	Porque outros assuntos escolares são igualmente ou mais importantes ao futuro próspero do país.
E	Porque nem todos trabalharão com Ciências. Além disso, algumas pessoas não gostam de Ciência, logo, o seu estudo seria um desperdício de tempo para elas e as distanciaria ainda mais desse campo do conhecimento.
F	Porque nem todos os estudantes conseguem entender a Ciência, mesmo que isso lhes ajude em suas vidas.

40111	
6. Os cientistas se preocupam com os efeitos potenciais (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas. Sua posição, basicamente, é:	
A	Os cientistas procuram somente efeitos benéficos quando descobrem coisas ou quando aplicam suas descobertas.
B	Os cientistas estão mais preocupados com os possíveis efeitos prejudiciais de suas descobertas, porque o objetivo da Ciência é fazer de nosso mundo um lugar melhor para vivermos. Conseqüentemente, os cientistas testam suas descobertas a fim de impedir que os efeitos prejudiciais ocorram.
C	Os cientistas estão preocupados com todos os efeitos de suas experiências, porque o objetivo da Ciência é tornar o nosso mundo um lugar melhor para vivermos. Sendo assim, a preocupação em compreender as descobertas da Ciência é uma parte natural de sua realização.
D	Os cientistas estão preocupados, mas eles não podem saber todos os efeitos de longo prazo de suas descobertas.
E	Os cientistas estão preocupados, mas têm pouco controle sobre o uso danoso de suas descobertas.
F	Depende do campo da Ciência. Por exemplo, na medicina, os cientistas brasileiros estão altamente preocupados. Entretanto, na pesquisa militar ou sobre energia nuclear, os cientistas brasileiros estão menos preocupados.
G	Os cientistas podem se preocupar, mas isso não os faz parar de pesquisar para a sua própria fama, fortuna ou por puro gosto de realizar descobertas.

40311	
7. Haverá sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia.	
Sempre há intercâmbios entre benefícios e efeitos negativos:	
A	Porque todo novo desenvolvimento implica pelo menos um resultado negativo. Se não enfrentarmos os resultados negativos, não progrediremos de modo a desfrutar dos benefícios.
B	Porque os cientistas não são capazes de prever os efeitos de novos desenvolvimentos em longo prazo, apesar dos cuidadosos planejamentos e testes que realizam. Há que se assumir o risco.
C	Porque o que beneficia uns pode ser negativo para outros. Depende dos respectivos pontos de vista.
D	Porque não se podem alcançar resultados positivos sem, previamente, ensaiar uma nova idéia e trabalhar os efeitos negativos.
E	Mas esse compromisso não faz sentido. Por exemplo, para que conceber sistemas econômicos de mão-de-obra que provocam mais desempregos? Por que defender que um país desenvolva armas nucleares, que são uma ameaça generalizada?
Nem sempre existirão compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia:	
F	Porque certos desenvolvimentos novos beneficiam a humanidade sem causar efeitos negativos.
G	Porque os efeitos negativos podem ser minimizados com um planejamento cuidadoso e sério e com testes devidamente programados.
H	Porque os efeitos negativos podem ser eliminados com um planejamento cuidadoso e sério e com testes devidamente programados. De outro modo, um novo desenvolvimento não seria viável.

40412	
8. A Ciência e a Tecnologia podem dar grandes contribuições à resolução de problemas, tais como: pobreza, crime, desemprego, doenças, ameaça de guerra nuclear e excessos de população. Sua posição, basicamente, é:	
A	A Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver graves problemas: a primeira, por meio de novas idéias; a segunda, pelas invenções que desenvolve.
B	A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros.
C	A Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas podem também estar na origem de muitos outros.
D	A contribuição da Ciência e da Tecnologia está aliada com a sua utilização correta por parte das pessoas.
E	É difícil imaginar em que medida a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para a solução de problemas sociais. Estes dizem respeito à natureza humana e tem pouco a ver com a Ciência e Tecnologia.
F	A Ciência e a Tecnologia tendem a tornar os problemas sociais ainda mais complicados. É esse o preço a pagar pelos avanços científicos e tecnológicos.

40531	
9. Mais Tecnologia significa melhor nível de vida.	
A	Sim. A Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das populações.
B	Sim. O aumento do conhecimento permite às pessoas resolver seus problemas.
C	Sim, porque a Tecnologia cria postos de trabalho, prosperidade e contribui para facilitar a vida das pessoas.
D	Sim, mas só para aqueles que são capazes de utilizá-la.
E	Sim e não. Mais recursos tecnológicos geram uma vida mais simples, mais saudável e mais eficiente. Porém, mais Tecnologia significa também mais poluição e desemprego, entre outros problemas. O nível de vida pode aumentar, mas a qualidade de vida pode diminuir.
F	Não. Atualmente, a utilização que se faz da Tecnologia apenas conduz a problemas graves como a poluição e a produção de armas.

40711	
10. A Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário porque nos dão palavras e idéias novas. Sua posição, basicamente, é:	
A	Sim, porque quanto mais você aprende sobre Ciência e Tecnologia, mais seu vocabulário aumenta, e assim mais informação você pode aplicar em seus problemas diários.
B	Sim, porque nós usamos os produtos da Ciência e da Tecnologia (por exemplo, computadores, microondas, tratamentos médicos). Estes novos produtos adicionam novas palavras ao nosso vocabulário e mudam a maneira como nós pensamos sobre as coisas diárias.
C	A Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário, mas a maior influência é em relação às novas idéias, invenções e técnicas que ampliam nosso pensamento.
A Ciência e a Tecnologia são poderosas influências em nossas vidas diárias, não apenas por gerar palavras e idéias:	
D	Mas porque quase tudo o que nós fazemos, e tudo ao nosso redor, de algum modo, tem sido pesquisado pela Ciência e Tecnologia.
E	Mas porque a Ciência e a Tecnologia mudaram o nosso modo de vida.
F	Não, porque nosso pensamento diário é influenciado na maior parte por coisas não científicas. A Ciência e a Tecnologia só influenciam alguns de nossos pensamentos.

60111	
11. A maioria dos cientistas brasileiros é motivada a trabalhar exaustivamente. A principal razão por trás dessa motivação pessoal em fazer Ciência é:	
A	Ganhar reconhecimento, caso contrário o seu trabalho não seria aceito.
B	Ganhar dinheiro, pois a Sociedade pressiona os cientistas para que eles se esforcem e posteriormente obtenham recompensas financeiras.
C	Adquirir um pouco de fama, fortuna e poder, porque os cientistas são como qualquer um.
D	Satisfazer sua própria curiosidade sobre o mundo natural, porque eles gostam de aprender mais o tempo todo e de resolver os mistérios do universo físico e biológico.
E	Resolver problemas de curiosidade pessoal, descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição, etc.). Essas coisas unidas representam a principal motivação pessoal da maioria dos cientistas.
F	Inventar e descobrir coisas novas para a Tecnologia.
G	Descobrir idéias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição, etc.).
H	Não é possível generalizar, porque a principal motivação pessoal dos cientistas varia de um para o outro.

60311	
12. As crenças religiosas de um cientista não farão diferença nas descobertas científicas ou em seu trabalho.	
A	As crenças religiosas não afetam o trabalho do cientista. As descobertas científicas são fundamentadas em teorias e em métodos experimentais, e não em crenças religiosas. Estas são exteriores à Ciência.
B	Depende da religião e também da sua importância ou significado para o cientista.
As crenças religiosas afetam o trabalho do cientista:	
C	Porque determinam a forma como o cientista avalia as teorias científicas.
D	Porque, várias vezes, as crenças religiosas podem afetar a forma como o cientista trabalha, o problema que seleciona para estudar, a metodologia que irá aplicar, os resultados que irá divulgar, etc.

70212

13. Quando os cientistas não conseguem encontrar um consenso sobre um assunto (por exemplo, sobre os alimentos transgênicos serem ou não nocivos), isso se deve à não-disposição de todos os fatos, não tendo nada a ver com ética (postura correta ou errada) nem com motivações pessoais (agradar a quem está financiando a pesquisa).

Podem não encontrar consenso sobre um determinado assunto:

A	Porque nem todos os fatos foram descobertos. A Ciência baseia-se nos fatos observáveis.
B	Porque cada cientista está atento a fatos distintos. A opinião científica é inteiramente baseada no conhecimento dos fatos por parte dos cientistas e não é possível dispor de conhecimentos de todos os fatos.
C	Porque os cientistas interpretam os fatos de modo diferente, à luz de diferentes teorias científicas, e não por efeito de valores morais ou motivos pessoais.
D	Sobretudo, porque os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, mas, em parte, porque diferem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.
E	Por um grande número de razões, como falta de fatos, desinformação, teorias diferentes, opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.
F	Sobretudo porque existem diferenças em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais.
G	Porque os cientistas são objeto de influências e pressões por parte do Governo e de empresas.

80211

14. Os desenvolvimentos tecnológicos podem ser controlados pela população.

A	Sim, porque da população vem cada geração de cientistas e de técnicos que contribuirão para o progresso da Tecnologia. Assim, a população vai controlando os desenvolvimentos tecnológicos através dos tempos.
B	Sim, porque os progressos tecnológicos são apoiados e controlados pelo Governo. No ato da eleição do Governo, a população pode controlar o que será apoiado.
C	Sim, porque a Tecnologia está a serviço das necessidades dos consumidores. Os progressos tecnológicos acontecem em áreas de grande procura e de margem lucrativa.
D	Sim, mas somente quando se trata de colocar em prática novos desenvolvimentos. A população não tem capacidade para controlar o desenvolvimento inicial.
E	Sim, mas somente quando se reúnem em organizações ou em grupos. A população, em conjunto, pode controlar e modificar quase tudo.
Não, pois a população não está envolvida no processo de controle dos progressos tecnológicos.	
F	Porque os progressos tecnológicos são tão rápidos que o cidadão comum não consegue acompanhar os desenvolvimentos.
G	Porque a população é impedida de participar desses assuntos por aqueles que têm o poder de desenvolver a Tecnologia.

90651	
15. Os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, porque tais erros atrasam os avanços da Ciência.	
A	Os erros atrasam o avanço da Ciência. As informações equivocadas podem conduzir a falsas conclusões. Se os cientistas não corrigem imediatamente os erros de seus resultados, a Ciência não avança.
B	Os erros atrasam o avanço da Ciência. As novas Tecnologias e equipamentos reduzem os erros melhorando a precisão e assim a Ciência avançará mais depressa.
Os erros não podem ser evitados:	
C	Assim, os cientistas reduzem os erros verificando os resultados uns com os outros até que um acordo seja alcançado.
D	Alguns erros podem atrasar os avanços da Ciência, porém outros podem conduzir a novas descobertas ou avanços. Desse modo, os cientistas aprendem com seus erros e os corrigem, fazendo a Ciência progredir.
E	Na maioria dos casos, os erros ajudam a Ciência a avançar. Isso ocorre pela identificação e correção dos erros do passado.

Apêndice B: Roteiro da entrevista semi-estruturada

- 1) Para você, o que é Ciência?
- 2) Para você, o que é Tecnologia?
- 3) Você acha que para um maior desenvolvimento científico e tecnológico de nossa Sociedade deve-se exigir que os estudantes estudem mais Ciência na escola? Fale um pouco sobre a sua idéia em relação à função do ensino de Ciências nas escolas de Ensino Fundamental e Médio.
- 4) Você acha que a Ciência e a Tecnologia influenciam os rumos da Sociedade?
- 5) Como a Ciência e a Tecnologia são afetadas pela Sociedade?
- 6) Na sua opinião, qual a principal motivação que leva os cientistas a trabalhar?
- 7) Crenças religiosas ou pessoais influenciam o trabalho dos cientistas?
- 8) Quando os cientistas não conseguem encontrar um consenso sobre um assunto (por exemplo, sobre os alimentos transgênicos serem ou não nocivos ou sobre o uso de células-tronco), isso se deve a que fatores?
- 9) Na sua opinião, quem controla os desenvolvimentos tecnológicos?
- 10) Os cientistas realizam seus trabalhos de modo lógico?
- 11) O conhecimento científico muda com o tempo? Como se dá a construção desse conhecimento?

Apêndice C: Dados gerais dos professores/pesquisadores

Professor	Formação			
	Graduação	Mestrado	Doutorado	Pós-Doutorado
1	Química (UEM)	Química (UNICAMP)	Química (UNICAMP)	---
2	Ciências Biológicas (USP)	Ciências Biológicas (USP)	Ciências Biológicas (USP)	---
3	Farmácia (UFPR)	Farmácia (USP)	Farmácia (USP)	---
4	Química (UFBA)	Física (UFBA)	Química (UFBA)	---
5	Administração Pública (FGV-RJ)	History and Social Studies of Science (University of Sussex, SUSSEX, Inglaterra)	Política de Ciência e Tecnologia (SUSSEX)	Ciências sociais aplicada (University of Texas Systems, UTS, Estados Unidos)
6	Física (UFRJ)	Física (UFRJ)	Educação (USP)	Ensino de Ciências (Universidade Santiago de Compostela, USC, Espanha)
7	Ciências Biológicas (UFRGS)	Genética e Biologia Molecular (UFRGS)	Educação (UFSC)	---
8	Química (UFRGS)	Education and Communication (Ohio State University, O.S.U., Estados Unidos)	Educação (UFRGS)	Ensino de Ciências (Universidade de Sevilha, US, Espanha)
9	Ciências Biológicas (USP)	Educação (UFSCAR)	Psicologia Social (USP)	---
10	Física (UFSCar)	Física (USP)	Ciências (Université de Paris XI (Paris-Sud), U.P. XI, França)	Engenharia de Materiais (UFSCar)
11	Ciências Biológicas (UFRN)	Biologia Aquática (UFRN)	Ecologia e Recursos Naturais (UFSCar)	---
12	Química (USP)	Química Analítica (USP)	Química Analítica (USP)	Química (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, UFZ, Alemanha)

13	Psicologia (UFES)	Psychology and special needs education (University of London, UL, Inglaterra)	Psychology and special needs education (University of London, UL, Inglaterra)	---
14	Ciências Naturais (USP)	Ciências Sociais (PUC/SP)	Ciência Política (USP)	Science Politic (University of London, UL, Inglaterra)
15	História (UFF)	Ciência Política (SBI/IUPERJ)	Educação (UFRJ)	----
16	Filosofia (FAFIFOR) e Engenharia Elétrica (UFPB)	Educação (UFC)	Educação (UFC)	---
17	Química (UFMG)	Educação (UNICAMP)	Science Education (University of Reading, UR, Inglaterra)	Science Education (Leiden University, LEIDEN, Holanda)
18	Engenharia Química (UNICAMP)	Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Universidad de Salamanca, USAL, Espanha) e Comunicação Social (UMESP)	Teoria e História da Educação (Universidad de Salamanca, USAL, Espanha)	Ciências sociais (UFRPE)
19	Ciências Biológicas (UNAP)	Ecologia (INPA)	Ecologia (INPA)	---
20	Matemática (UEPG)	Tecnologia (UTFPR)	Educação científica e tecnológica (UFSC)	---
21	Física (UEPG)	Educação para a Ciência (UNESP)	Educação para a Ciência (UNESP)	---
22	Física (USP)	Tecnologia da Educação (INPE)	Science Education (University of Surrey, SURREY, Inglaterra)	---