

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Ciência, Tecnologia e Sociedade na Óptica Docente: Construção e
Validação de Uma Escala de Atitudes**

Autor: Alexander Montero Cunha

Orientador: Prof. Dr. Dirceu da Silva

2008

Errata

Página	Parágrafo	Linha	Onde se lê	Leia-se
31	3°	5ª	na qual	nas quais
32	2°	11ª	tópico 4.1.2.	tópico 2.1.2.
46	1°	5ª	em 5.3.1.; 5.3.2.; 5.3.3.	em 3.3.1.; 3.3.2.; 3.3.3.
78	2°	10ª	tópico 2.2.1.	tópico 4.2.1.
89	2°	1ª	afim	a fim
89	2°	9ª	conduz a polarizações	conduz à polarizações

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Ciência, Tecnologia e Sociedade na Óptica Docente: Construção e
Validação de Uma Escala de Atitudes**

Autor: Alexander Montero Cunha
Orientador: Prof. Dr. Dirceu da Silva

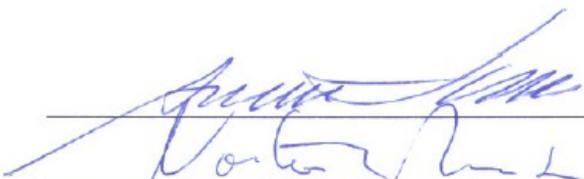
Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação defendida por Alexander Montero Cunha e aprovada pela Comissão Julgadora.

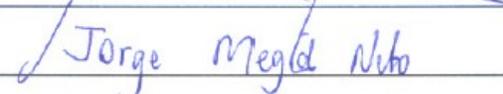
Data: 12/02/2008

Assinatura:.....

Orientador

COMISSÃO JULGADORA:





Jorge Megida Neto

2008

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca
da Faculdade de Educação/UNICAMP**

Cunha, Alexander Montero.

C914c Ciência, tecnologia e sociedade na óptica docente : construção e validação de uma escala de atitudes / Alexander Montero Cunha. -- Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientador : Dirceu da Silva.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

1. Ensino de ciências. 2. Sociologia. 3. Professores – Formação. 4. Validação de método. 5. Análise Multivariada. I. Silva, Dirceu da. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

08-029/BFE

Título em inglês : Science, technology and society in the teacher view : construction and validation of an attitudes scale

Keywords: Science education ; Sociology ; Teachers – Training ; Validation of method; Multivariate Analysis

Área de concentração: Educação, Ciência e Tecnologia

Titulação: Mestre em Educação

Banca examinadora: Prof. Dr. Dirceu da Silva (Orientador)

Prof. Dr. Jorge Megid Neto

Prof. Dr. Norton de Almeida

Data da defesa: 12/02/2008

Programa de pós-graduação : Educação

e-mail : amonteroacunha@gmail.com.

Agradecimentos

O desenvolvimento desta dissertação de mestrado só foi possível graças à contribuição, direta ou indireta, de vários amigos e familiares que aqui agradeço.

Primeiramente, ao meu orientador Prof. Dr. Dirceu da Silva por acreditar neste trabalho e contribuir para o meu crescimento pessoal e intelectual. Ao também amigo Dirceu, pela compreensão de minha aflição no decorrer desta dissertação e ao exemplo de pessoa que ele inspira.

Aos professores da banca Prof. Dr. Jorge Megid Neto e Prof. Dr. Norton de Almeida pelas contribuições a este trabalho tanto em sua concepção geral quanto em pequenos detalhes extremamente relevantes para o entendimento deste.

Aos amigos e colegas de grupo Estéfano Vizconde Veraszto, Fernanda Oliveira Simon e Nonato Assis de Miranda pelas valiosas contribuições e riquíssimas discussões que me ajudaram tanto a situar a abrangência desta dissertação quanto à construção do questionário. Em especial à Fernanda, que permitiu que eu compreendesse os limites e a força por detrás das análises quantitativas.

Ao Prof. Dr. Jomar Barros Filho pela dicas e sugestões para a condução da dissertação, em especial em relação ao objetivo desta.

Ao amigo Alan César Yamamoto pelos desafios propostos e questionamentos que me forçavam a refletir sobre o objetivo deste trabalho.

Aos meus amigos da Oficina Pedagógica que me acompanharam no decorrer desta dissertação e propiciaram cativantes discussões.

Às funcionárias da secretaria de pós-graduação da FE, Rita Preza, Nadir Camacho e Gislene Gonçalves, sempre prestativas e atenciosas.

Aos meus irmãos Frederick e Graciela e seus “agregados” Elaine, Gabriel, Erick, Ernesto e Rafael por fazerem parte de minha vida e por estarem sempre presentes, enchendo meu cotidiano de alegria.

Aos meus pais, Erimar e Rosa, por todo amor que eles me deram desde o meu nascimento até hoje. O apoio deles às minhas decisões foram de imensa confiança.

À minha companheira e eterna namorada, Daniele, que por mim tudo faz e que me agüenta nos momentos mais difíceis. Obrigado por me compreender nos momentos em que eu nada digo.

Não é a consciência dos seres humanos
que determina sua existência mas,
pelo contrário, a sua existência social
é que determina a sua consciência.
(Boris Hessen, 1931).

RESUMO

Esta dissertação visa buscar subsídios para a introdução do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Ciências. Neste sentido, nosso trabalho se desenvolveu em duas etapas. A primeira está relacionada à construção e validação de uma escala do tipo Likert para a avaliação das atitudes frente às interações Ciência, Tecnologia e Sociedade. A segunda etapa envolveu a aplicação deste questionário em um grupo de 250 professores da educação básica para a análise do ideário presente sobre as relações CTS. A análise foi desenvolvida através de um método quantitativo de análise multivariada de dados: a análise fatorial. Nesta segunda etapa foi possível observar a presença de duas concepções distintas e contraditórias coexistindo no ideário docente: da influência social sobre a ciência e a tecnologia e do determinismo tecnológico. A percepção dessa coexistência de concepções distintas permite formular caminhos mais eficazes para a introdução do enfoque CTS tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores da educação básica.

Palavras-chaves: Ensino de ciências; Sociologia; Professores – Formação; Validação de método; Análise Multivariada.

Abstract

This dissertation aims to contribute to the introduction of the Science, Technology and Society Studies (STS) in Science Teaching. In this way, our work was composed of two parts. The first was related with the construction and validation of a Likert's scale about the public attitudes before the Science, Technology and Society interactions. The second involved the application of this scale for a group of 250 basic education teachers. Afterwards, we analyzed the present ideas about the STS relations through a quantitative data analysis named factorial analysis. In the last step, we observed two distinct and contradictories conceptions coexisting in teacher ideas. The perception of this distinct conceptions allows the formulation of more efficient ways for the introduction of STS studies in the initial and continued formation of basic education teachers.

Keywords: Science Education; Sociology; Teacher – Training; Validation of method; Multivariate Analysis.

SUMÁRIO

Introdução.....	01
1.O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade.....	06
1.1. Período Anterior ao Surgimento da Sociologia da Ciência.....	06
1.2. Um Legado para a História da Ciência.....	08
1.3. A Consolidação da Sociologia da Ciência.....	09
1.4. O Movimento CTS.....	12
2.Educação, Ciência e Tecnologia.....	16
2.1. O Ensino de Ciências e as Atuais Necessidades Formativas.....	16
2.1.1. Formação Cidadã.....	18
2.1.2. O Processo Decisório.....	19
2.1.3. O Indivíduo e as Necessidades Formativas.....	21
2.2. Alfabetização Científica e Tecnológica.....	22
2.3. CTS e o Ensino de Ciências.....	28
2.4. Cultura Científica.....	33
3.Desenvolvimento do Instrumento de Análise.....	37
3.1. Especificações em Relação à Estrutura do Questionário.....	38
3.2. Embasamento Conceitual do Questionário (referencial teórico amplo).....	39
3.3. Abrangência do Questionário (foco de ação).....	41
3.3.1. Superioridade dos Modelos de Decisões Tecnocráticas.....	42
3.3.2. Perspectiva Salvacionista da Ciência e Tecnologia.....	43
3.3.3. Determinismo Tecnológico.....	44
3.3.4. A Conseqüente Neutralidade dos Três Mitos na Tomada de Decisões..	45
3.4. Embasamento Conceitual do Questionário (Referencial Teórico Restrito).....	46
3.5. Validação do Questionário.....	47
4. Análise Quantitativa do Instrumento Aplicado.....	49
4.1. Análise Descritiva dos Respondentes.....	49
4.2. Análise Fatorial.....	51
4.2.1. Testes Referentes ao Método.....	52
4.2.2. Análise dos Dados.....	54
4.2.3. Discriminação de Grupos.....	56
4.3. Análise dos Fatores Obtidos.....	58
5.O Ideário Vigente Sobre as Relações CTS nos Professores Pesquisados.....	82
Considerações Finais.....	87
Referências Bibliográficas.....	91
Apêndice – Instrumento de Análise.....	102

Quadros e Tabelas

Quadro 01 – Dimensões de Análise propostas no VOSTS e COCTS.....	39
Quadro 02 – Categorias referentes às dimensões de análise.....	40
Quadro 03 – Esquema conceitual utilizado para a construção do instrumento de análise.....	46
Quadro 04 – Experiências dos especialistas e dos possíveis respondentes envolvidos na validação	48
Tabela 01 – KMO e Esfericidade de Bartlett do modelo de análise fatorial adotado.....	53
Tabela 02 – Variância total explicada pelos fatores obtidos com a normalização de Kaiser.....	55
Tabela 03 – Matriz dos componentes (fatores) rotacionada.....	57
Tabela 04 – Freqüência de concordância para as assertivas do fator 01.....	60
Tabela 05 – Concordância/discordância na assertiva 24 em função da área em que leciona.....	61
Tabela 06 – Freqüência de concordância para as assertivas do fator 02.....	62
Tabela 07 – Concordância/discordância na assertiva 30 em função da área em que leciona.....	64
Tabela 08 – Concordância/discordância na assertiva 30 em função da idade.....	64
Tabela 09 – Concordância/discordância na assertiva 16 em função da idade.....	65
Tabela 10 – Concordância/discordância na assertiva 21 em função da idade.....	65
Tabela 11 – Freqüência de concordância para as assertivas do fator 03.....	67
Tabela 12 – Concordância/discordância na assertiva 28 em função da área em que leciona.....	69
Tabela 13 – Freqüência de concordância para as assertivas do fator 04.....	70
Tabela 14 – Concordância/discordância na assertiva 19 em função da área em que leciona.....	72
Tabela 15 – Freqüência de concordância para as assertivas do fator 05.....	74
Tabela 16 – Concordância/discordância na assertiva 32 em função da idade.....	74
Tabela 17 – Freqüência de concordância para as assertivas do fator 06.....	75
Tabela 18 – Freqüência de concordância para as assertivas do fator 07.....	76
Tabela 19 – Concordância/discordância na assertiva 08 em função da idade.....	77
Tabela 20 – Assertivas excluídas da análise fatorial.....	79

INTRODUÇÃO

A rapidez com que a ciência e a tecnologia vêm se desenvolvendo está nos conduzindo a novas estruturas e entendimentos sobre as relações sociais. Os avanços das tecnologias de informação e comunicação desde a década de 1990 são tidos como a “terceira” Revolução Industrial (MATTOSO, 1995), uma vez que permitiram a materialização do que se chama de globalização, com distâncias espaciais e temporais cada vez mais curtas (CASTELLS, 1999). Transações financeiras instantâneas entre países, empresas transnacionais mudando os modos de produção e as relações trabalhistas, além da tendência de alguns aspectos culturais únicos e impregnados de valores hegemônicos, são algumas das conseqüências sociais possíveis de um mundo globalizado (DUPAS, 1999).

Como resultado deste processo, a quantidade de informação produzida é enorme e está facilmente disponível na Internet para acesso de qualquer pessoa. Entretanto, saber usá-la não é uma tarefa simples e exige habilidades e competências diversas, afinal informação não resulta necessariamente em conhecimento. Perceber as interferências e mudanças causadas por uma cultura tecnológica nas relações sociais não é uma tarefa aparentemente tão complicada, ainda mais se discutida através dos impactos negativos causados por esta, como a bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki ou os acidentes em usinas nucleares.

Por outro lado, a sociedade também molda a ciência e a tecnologia, trazendo consigo os valores vigentes da época em que foram desenvolvidas: os anseios, as necessidades, os objetivos, os preconceitos, os interesses envolvidos, entre outros. Afinal, será que o Projeto Manhattan (desenvolvimento da bomba atômica) teria existido caso não estivéssemos em guerra naquele período, ou se o poderio militar não fosse tão importante em nosso modelo de sociedade? Atualmente, dentro de valores extremamente capitalistas, em que se preza a concorrência acirrada, tem-se a ciência e a tecnologia trabalhando não para o desenvolvimento social, e sim para o aumento da lucratividade das grandes empresas transnacionais (CHESNAIS, 1996; CEPAL, 2002).

É claro que não é esse o discurso utilizado para justificar a não intervenção da sociedade no desenvolvimento científico e tecnológico.

Assim sendo, a visão corrente de que o desenvolvimento científico é neutro e determinista é limitante para a compreensão de seus processos e conseqüentemente para interferir na tomada de decisões que envolvem políticas científicas e tecnológicas. Como exemplo, pensemos nos cientistas que, donos de certa “verdade”, conseguem legitimar sua posição na sociedade. Se dois deles dizem que suas idéias estão “cientificamente comprovadas” mesmo que completamente contrárias uma da outra, em quem acreditar, para quem pedir conselhos sobre o andamento ou o impacto de determinada ação científica que irá atingir a toda uma comunidade, ou mesmo, à sociedade como um todo (TURNER, 2001; COLLINS & EVANS, 2002; RIP, 2003)?

Kuhn (2003) propõe que a solução para esse entrave não está na ciência, ou seja, na potencialidade ou no poder de explicação de uma teoria ou outra, e sim na capacidade de persuasão do cientista ao trabalhar para que suas idéias prevaleçam perante as dos seus colegas de trabalho ou as do público em geral. Paul Feyerabend (1977) extrapola esta linha de raciocínio propondo que os cientistas trabalham não em busca de provas para a teoria na qual são adeptos, mas sim de argumentos de convicção. Nessa perspectiva, é justificável a existência do *Efeito Mateo*¹, descrito por Robert Merton (1977), sobre a influência dos ganhadores do Prêmio Nobel ou mesmo o poder que as diversas mídias possuem em propagar o saber científico e fortalecer certas concepções sobre o trabalho científico e tecnológico (VOGT & POLINO, 2003).

O desenvolvimento de artefatos tecnológicos vai além da solução de problemas e das finalidades de uso, mas também nos leva a refletir sobre a representação da ciência e da tecnologia existente hoje no senso comum, num debate de naturezas sociológica e epistemológica. Assim, uma crítica se faz necessária à noção de ciência neutra e determinista (DAGNINO, 2000). Não só em seu direcionamento, mas é

¹ Merton realizou diversas entrevistas com cientistas, inclusive ganhadores do Prêmio Nobel, e constatou a tendência de supervalorização dos trabalhos dos laureados com o prêmio em detrimento dos pesquisadores com pouca expressividade na comunidade científica. Constatou ainda diversas táticas de publicações de artigos envolvendo os laureados para que estes trabalhos ganhassem maior visibilidade.

necessário também perceber que seu conteúdo, a maneira de se ver determinado resultado ou acontecimento científico e tecnológico, depende dos atores envolvidos, de seus valores históricos e interesses (CALLON, 1980; PINCH & BIKJER, 1987; COWAN, 1988; BARNES *et al.*, 1996). A ciência e a tecnologia são socialmente construídas e perceber as inferências necessárias para que o sujeito, como cidadão, venha a participar desse contexto, incluindo seus valores e interesses nas controvérsias científicas, deveria permear a Educação Científica e Tecnológica.

Entretanto, devemos considerar que há um ou mais ideários sobre o desenvolvimento científico e tecnológico vigentes na presente sociedade e que estes determinam as relações existentes entre a ciência e a tecnologia com a sociedade e vice-versa. Sendo assim, a introdução de novos pensamentos enfrentará a resistência desses ideários amplamente enraizados e difundidos principalmente em relação ao questionamento das crenças que direcionam o atual modelo político e econômico de sociedade. Torna-se, portanto, imprescindível conhecer e entender os ideários vigentes a fim de que seja possível propor mudanças, confrontando-os com uma visão mais crítica do desenvolvimento científico e tecnológico - o enfoque CTS, por exemplo.

E o reflexo dessa discussão no ensino das ciências? Quais são as concepções atualmente vigentes e transmitidas no ensino das ciências? A que se destinam tais concepções? Essas perguntas devem ser respondidas sempre tendo como base o tipo de sociedade em que queremos viver, os valores que devem ser incentivados e as relações sociais que privilegiamos. Se a ciência é neutra ou não e se o seu conteúdo resulta de uma verdade absoluta, a real natureza, são algumas das concepções refletidas diretamente no tipo de ensino desenvolvido em ciências e que, conseqüentemente, tende a determinar o relacionamento que o aluno terá com a ciência e a tecnologia.

O foco do trabalho aqui desenvolvido é a construção de um instrumento de medida confiável que busque e compreenda as concepções dos professores da Educação Básica sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Relações estas que influenciam a tomada de decisões de cunho científico e tecnológico de nossa

sociedade atual além de serem amplamente exploradas para a legitimação de políticas públicas.

Com esses parâmetros, temos como eixos de pesquisa três mitos comumente difundidos em nossa sociedade: *a superioridade dos modelos de decisões tecnocráticos; a perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia e; o determinismo tecnológico*. Compreendendo melhor as concepções envolvendo esses três mitos pretendemos contribuir para as perspectivas educacionais dos professores em exercício.

Como objetivo deste trabalho pretendemos, em torno da temática Ciência, Tecnologia e Sociedade:

- ✓ Criar um instrumento de medida confiável para a análise quantitativa do entendimento público das relações existentes nesta temática;
- ✓ Mapear as dimensões de entendimento das interações desta temática relevantes para o grupo de professores de educação básica estudado;
- ✓ Caracterizar o ideário vigente no grupo de professores de educação básica estudado sobre as relações existentes nesta temática;
- ✓ Determinar se há divergências nas concepções desta temática de acordo com a idade e a formação (área que leciona) dos respondentes do grupo estudado.

A primeira etapa deste trabalho se baseou em uma revisão teórica sobre a temática Ciência, Tecnologia e Sociedade a fim de se obter as dimensões relevantes para o entendimento das relações existentes entre os componentes desta temática. A partir deste levantamento e tendo como referência questionários internacionais sobre o assunto, desenvolvemos uma série de assertivas pertinentes para o entendimento das relações CTS. Estas assertivas, bem como as variáveis de categorização do respondente (idade, formação etc.), fazem parte do questionário final desenvolvido e aplicado (Apêndice).

A partir das respostas do grupo estudado, avaliamos, através de uma análise fatorial, a pertinência das assertivas propostas no questionário. Com isso obtivemos as

dimensões de entendimento sobre a temática relevantes para o grupo estudado. Com as assertivas não relevantes já excluídas, caracterizamos o ideário vigente sobre a temática através da análise dos fatores obtidos através de uma análise fatorial. Por fim, procuramos determinar as diferenças de ideário dentro do grupo estudado de acordo com a idade e a área na qual o respondente leciona através de assertivas que indiquem diferenças de concepções.

1. O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

A fim de compreender as inquietações, os anseios e, conseqüentemente, as mudanças propostas pelo movimento CTS em relação às interações entre ciência e sociedade, é importante caracterizar as fases pelas quais transitou a sociologia da ciência como corpo de conhecimento, inclusive o período que antecede seu surgimento. Nesse aspecto, também não podemos desprezar a influência que os trabalhos de filosofia e de história da ciência tiveram sobre o movimento CTS, bem como sobre o surgimento da própria sociologia da ciência. É importante relativizar as fases a seguir expostas, que não podem ser vistas como sendo rígidas e muito menos de consenso entre os pesquisadores da área. A organização, bem como a caracterização e o direcionamento dessas fases, possuem como viés os objetivos que pretendemos atingir com determinada explanação no contexto do trabalho que estamos apresentando.

1.1. PERÍODO ANTERIOR AO SURGIMENTO DA SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA

No século XVI, inicia-se o que pode ser considerada a primeira grande revolução científica da história de nossa sociedade, tendo como protagonistas personagens como Nicolau Copérnico, Galileu Galilei e Francis Bacon, entre outros. Esse período marca o confronto entre dois conhecimentos de grande influência: o religioso e o científico. Galileu procura aproximar os dois através da argumentação (PAGANI & LUCIANI, 1993), já Bacon prefere romper com os ideais religiosos e propor que só o conhecimento cientificamente comprovado deve ser aceito. Este seria o início de uma trajetória ascendente de poder da ciência perante a sociedade praticamente inabalado até os dias de hoje.

No final do século XIX temos o auge do que podemos denominar de cientificismo. Numa espécie de retorno aos ideais de Bacon, Auguste Comte encabeça a corrente filosófica denominada positivismo. Propondo o fim do embate entre ciência e religião, ele classifica o conhecimento em três estados: *estado teológico* ou *fictício*, *estado metafísico* ou *abstrato* e *estado científico* ou *positivo* (COMTE, 1978). O estado teológico apresentaria “os fenômenos como produzidos pela ação direta e contínua de

agentes sobrenaturais mais ou menos numerosos, cuja intervenção arbitrária explica todas as anomalias aparentes do universo” (COMTE, 1978: 04). No estado metafísico, os agentes sobrenaturais referentes ao estado anterior seriam substituídos por abstrações personificadas capazes de justificar e explicar por si mesmas os fenômenos observados. A pura associação de um fenômeno com uma abstração personificada seria o objetivo a ser alcançado, pois seria suficiente para considerar como entendido o fenômeno em questão. Por fim, o estado positivo seria uma evolução dos demais estados, conforme as palavras do próprio autor:

(...) o espírito humano, reconhecendo a impossibilidade de obter ações absolutas, renuncia a procurar a origem e o destino do universo, a conhecer as causas íntimas dos fenômenos, para preocupar-se unicamente em descobrir, graças ao uso bem combinado do raciocínio e da observação, suas leis efetivas, a saber, suas relações invariáveis de sucessão e similitude. A explicação dos fatos, reduzida então a seus termos reais, se resume de agora em diante na ligação estabelecida entre os diversos fenômenos particulares e alguns fatos gerais, cujo número o progresso da ciência tende cada vez mais a diminuir. (COMTE, 1978: 04);

É seguindo as propostas de Comte que a ciência conquista, em nível metodológico, sua independência em relação aos fatos externos. Não é mais preciso legitimar o conhecimento científico perante a Igreja, pois este é superior aos ideais clérigos. Na ciência, a busca por conhecimentos ocorre em sua forma mais bruta, sendo as observações indispensáveis para o seu desenvolvimento. Inclusive, o positivismo só atinge seu *status* de superioridade por se basear na observação, e esta, segundo o positivismo, possui um caráter irrefutável e invariável.

A linearidade do desenvolvimento científico aparece no positivismo ao afirmar que as ciências “básicas” são essenciais para que se desenvolvam as ciências ditas mais práticas. Comte sugere, ainda, uma linha de dependência entre as diversas ciências, na qual cada corpo de conhecimento depende do anterior para ser realizado, porém não depende do posterior: A ordem dessa linha de dependência é: a astronomia, a física, a química, a fisiologia e, por fim, a “física social”² (COMTE, 1978).

² Comte utiliza este termo ao se referir às ciências com objetivos práticos e que partem dos conhecimentos teóricos, como exemplo, as realizadas por engenheiros (Comte, 1978).

1.2. UM LEGADO PARA A HISTÓRIA DA CIÊNCIA

No início do século XX surgem os primeiros trabalhos de contraposição à visão positivista dominante na academia. Até então, seguindo a lógica positivista, os historiadores da ciência relatavam somente o que *a posteriori* da “descoberta” ou “invenção” parecesse útil, racional e científico, assemelhando-se à forma de apresentação dos artigos científicos, que desprezam todos os fatores “não científicos” para se chegar a uma determinada conclusão (FOUREZ, 1995). A insatisfação por parte dos historiadores da ciência em aceitar essa forma de expressão decorreu da percepção de que não é nítido, simples e muito menos de forma direta determinar quando, por quem e por quê cada fato, lei ou teoria científica aceita no presente momento foi descoberta ou inventada. A principal inquietação se centrava no aspecto acumulativo da ciência que o anacronismo praticado pelos historiadores da época propiciava. A argumentação era a de que, ao se situar na época do desenvolvimento de determinada lei ou teoria científica, não haveria como se separar esta dos conhecimentos pseudocientíficos ou mesmo das teorias consideradas posteriormente “erradas” (não aceitas). Ambas advinham dos mesmos métodos e se consolidavam pelas mesmas razões, não havendo motivos plausíveis para, aos olhos do passado, diferenciá-las (KUHN, 2003).

Nesse aspecto, a influência de fatores externos à ciência surge como resposta para se determinar as razões que conduziam à aceitação ou ao descarte de certas idéias. Inicia-se, desta forma, uma nova corrente na história das ciências: a externalista. Pesquisadores como Boris Hessen, John Desmond Bernal e Joseph Needham marcam presença no II Congresso Internacional de História das Ciências e das Tecnologias em Londres de 1931, considerado como um marco no surgimento da corrente externalista (ALFONSO-GOLDFARB *et al*, 2004; SALDAÑA, 1993). Hessen, por exemplo, profere neste congresso a palestra intitulada “As raízes sócio-econômicas dos *Principia* de Newton” na qual, conforme o próprio título já insinua, propõe que os conteúdos científicos presentes no *Principia* foram demandados de necessidades advindas da economia da época, em específico, o transporte por água (marítimo), a indústria da

mineração e a indústria da guerra. Acrescenta ainda em sua palestra uma análise da visão filosófica de Newton se referindo aos ideários religiosos vigentes em sua época e local (HESSEN, 1993).

A influência de Marx nos trabalhos desses historiadores se faz presente ao enfatizar a questão econômica, em destaque as forças produtivas, acima de todas as outras, como condutor do desenvolvimento científico e tecnológico (SALDAÑA, 1993). Deve-se enfatizar que, neste momento, inicia-se o processo de influência da sociedade no desenvolvimento científico, ainda que se centre principalmente em fatores econômicos. Entretanto, os trabalhos deste período não consideravam a possibilidade de interferência de fatores externos no conteúdo científico propriamente dito, pois ainda o consideravam como racional e lógico. Ou seja, assumia-se que o meio no qual se produzia a ciência sofria influência de fatores externos à comunidade científica, como interesses militares e industriais, porém descartava-se a influência destes fatores no denominado “núcleo duro” da ciência, seu conteúdo (FOUREZ, 1995). De qualquer forma, pode-se considerar que surgia assim uma abertura para que os sociólogos pudessem estudar o trabalho científico, ou seja, a possibilidade de surgimento da área de estudo denominada sociologia da ciência.

1.3. CONSOLIDAÇÃO DA SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA

A sociologia da ciência como campo de estudo possuiu, em sua consolidação, um representante de peso: o americano Robert Merton. Tendo contato com historiadores da ciência no início da década de 1930, como George Sarton, fundador e, por muitos anos, editor da revista *Isis*, Merton demonstrou interesse pelas relações entre os contextos sociais e sua influência na produção das idéias, principalmente as científicas. Seus primeiros trabalhos, entre a década de 30 e 40 do século XX, se aproximaram da sociologia do conhecimento, avaliando nestes as contribuições de Émile Durkheim e Karl Mannheim. A influência do historiador da ciência Boris Hessen pode ser suposta ao considerar a ênfase atribuída por Merton aos fatores econômicos como condicionantes das temáticas presentes nos trabalhos da *Royal Society* (LIMA, 2002).

Com uma base sociológica formada e com interesse pelas idéias científicas, Merton direciona seus trabalhos a partir da década de 40 (séc. XX) para a análise da estrutura social da ciência. Entre os seus trabalhos mais famosos encontra-se “Os imperativos sociais da ciência”, no qual discursa sobre normas e valores da ciência como instituição social, o *ethos* científico. Podendo ser considerado de certa forma idealista, Merton propõe nesse artigo que a ciência deve se desenvolver segundo quatro valores básicos: *universalismo*, *comunismo*, *desinteresse* e *ceticismo organizado*. Através do *universalismo*, Merton expõe a autonomia dos conhecimentos científicos em relação aos aspectos sociais, como exposto a seguir:

O universalismo encontra expressão imediata no cânon de que as pretensões à verdade, quaisquer que sejam suas origens, têm que ser submetidas a *critérios impessoais preestabelecidos*: devem estar em consonância com a observação e com o conhecimento já previamente confirmado. A aceitação ou rejeição dos pedidos de ingresso nos registros da ciência não deve depender dos atributos pessoais ou sociais do requerente; não têm importância em si mesma a raça, a nacionalidade, a religião e as qualidades de classe ou pessoais. A objetividade exclui o particularismo (MERTON, 1974: 41).

O *ceticismo organizado* desejado por Merton fortalece a concepção de uma ciência lógica e empírica, enquanto que o *comunismo* e o *desinteresse* são voltados para o cientista focando que este não desenvolve a ciência por interesses próprios, pois ela é construída em colaboração social e é destinada a toda sociedade. Além disso, seu interesse deve ser puramente a paixão pelo saber, em benefício da humanidade (MERTON, 1974).

Mas como é possível Merton realizar trabalhos em sociologia se considera a ciência uma instituição autônoma? Nísia Lima (2002) argumenta que nem mesmo Merton acreditava em uma ciência autônoma. O *ethos* da ciência com frequência, segundo o próprio Merton, mostrava-se egoísta, etnocêntrico e pouco cético. Sua idealização seria uma resposta à crescente hostilidade sofrida pela ciência na época (LIMA, 2002).

Hostilidade esta que também repercutiu na filosofia da ciência com trabalhos em prol da racionalidade científica. Um autor com grande impacto nesta área foi Karl

Popper que, em seu livro *A Lógica da Pesquisa Científica*, propõe a falseabilidade como critério de demarcação entre o que é ciência e pseudociência. Popper já supunha que hipóteses *ad hoc*³ poderiam invalidar a falseabilidade como justificativa para a escolha entre teorias distintas, ainda que acreditasse que os cientistas não fizessem uso delas. Entretanto, considerava necessária, mas não suficiente, a condição de falseável para que uma teoria fosse rejeitada (GIL, 1979). Dessa forma, ele propõe a falseabilidade como critério de demarcação, afirmando que para ser considerada como científica determinada teoria deveria ser falseável, ou seja, tal teoria deveria ser passível de experimentação com possibilidade de resultados contrários ao previsto (POPPER, 1975). Popper, bem como os racionalistas da época, se centraram em justificar o desenvolvimento científico a partir de uma visão lógica e interna à ciência tendo como foco o conteúdo científico sem interferência de fatores sociais.

Merton, por sua vez, voltou-se para a comunidade científica com um olhar sociológico e procurou entender os sistemas de recompensa dos cientistas. Em particular, percebeu a influência que os ganhadores do Prêmio Nobel possuem sobre os outros membros da comunidade científica, denominado de Efeito Mateus. Como exemplo, uma mesma pesquisa científica possui, perante a comunidade científica, maior valor ou abrangência se desenvolvida por um ganhador do prêmio do que por um cientista desconhecido. Sabendo disso, os cientistas desenvolvem artifícios, como publicar em conjunto com os laureados, para que seus artigos ganhem maior abrangência, mesmo que estes não tenham participado da pesquisa realizada (MERTON, 1977).

Dessa forma, não se pode mais considerar que a legitimação de teorias científicas envolve fatores estritamente científicos e lógicos. A comunidade científica funciona como qualquer outra comunidade de nossa sociedade, pois é formada por pessoas com interesses individuais e necessidade de prestígio (afinal, o Prêmio Nobel advém da necessidade de se valorizar alguns em detrimento de outros). Merton entra na comunidade científica mostrando que as análises sociológicas podem ocorrer no

³ Hipótese *ad hoc* são hipóteses acrescentadas a uma determinada teoria após a realização de um experimento que, em princípio, não resultasse conforme previsto por essa mesma teoria.

interior da ciência e não só no entorno científico, como até então era trabalhado. Entretanto, não se questiona ainda a rigidez do conteúdo científico e a verdade de seus resultados.

1.4. O MOVIMENTO CTS

O movimento CTS surge como reação à crescente apologia à ciência após a Segunda Guerra Mundial. O impacto da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki alertou o quanto a ciência e a tecnologia podem ser decisivas em uma guerra. O relatório *Science: the endless frontier* de Vannevar Bush (1945), entregue ao presidente americano da época, divulga o que seriam posteriormente as diretrizes básicas para a corrida armamentista do pós-guerra, tendo como atores principais os Estados Unidos e a União Soviética, na bipolaridade da guerra fria. Estes dois países incrementaram os investimentos em ciência e tecnologia a patamares astronômicos, seguindo a lógica do desenvolvimento linear da ciência. Segundo esta linha de pensamento, o investimento em ciência era necessário para que pudesse haver desenvolvimento tecnológico e, conseqüentemente, desenvolvimento econômico e posteriormente social. Com o argumento de bem estar social, a ciência desenvolveu-se sem barreiras até meados da década de 1960. A relação de submissão da sociedade para com a ciência originou dois tipos de reações distintas: a social e a acadêmica.

A reação social foi resultado da percepção que a ciência pode causar danos irreparáveis à sociedade. A bomba atômica de 1945 é um excelente exemplo disso. Entretanto, essa percepção só ganhou força na década de 1960, com o crescente movimento de contra-cultura que ocorreu nos Estados Unidos. O alerta maior sobre os perigos da ciência foi divulgado no livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa) de Rachel Carson, publicado em 1962. Nesse livro, Carson especula, de forma alarmista, sobre o risco do uso indiscriminado de inseticidas, tal como o DDT (GIL-PÉREZ & VILCHES, 2005). A ciência não poderia se desenvolver sem o controle da sociedade, pois os impactos ambientais conseqüentes poderiam ser desastrosos. A ciência usada para o bem também poderia ser usada para o mal. A contra-cultura norte-americana criticou os valores do *american way of life* com suas maravilhas tecnológicas, facilitadoras de

tarefas domésticas (GARCIA *et al*, 2000).

As concepções vigentes sobre ciência no pós-Segunda Guerra é que direcionavam as políticas e a economia de países como os Estados Unidos também surtiu impactos no meio acadêmico. Sendo ainda palco de disputa na história e na filosofia da ciência as divergências internalistas e externalistas, Kuhn publica o livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* em 1962. Vindo das ciências exatas e tendo contato com historiadores da ciência como Alexander Koyré somente em sua pós-graduação, Kuhn procura sintetizar o desenvolvimento científico e tecnológico em torno da definição das expressões paradigma, ciência normal e revoluções científicas. Defende que a ciência não se desenvolve somente por acréscimo (soma) de conhecimentos, e sim que também há momentos de crise e de ruptura com as teorias antecessoras. Com um breve relato dos conceitos propostos por Kuhn, expostos a seguir, entende-se melhor qual foi o impacto de seu livro sobre o meio acadêmico.

As regras epistemológicas e metodológicas, a forma de se olhar para determinado problema, inclusive as perguntas que se consideram pertinentes de serem respondidas, tudo isso exposto quase sempre de maneira implícita na forma de uma tradição de pesquisa, definem um paradigma e conseqüentemente sua comunidade (aqueles que partilham o paradigma). A ciência normal é feita com o intuito de fortalecer o paradigma, ou seja, trabalha de acordo com as regras paradigmáticas estabelecidas pelo grupo de cientistas pertencente ao paradigma em questão. Nessa etapa, a ciência se desenvolve por acúmulo de conhecimentos. A crise advém quando perguntas deixam de ser respondidas ou a teoria não prevê mais de acordo com o observado. Num primeiro momento, tende-se a desprezar essas inquietações, porém, à medida que estas se tornam mais freqüentes, alguns cientistas utilizam essa crise a fim de determinar novas regras epistemológicas e metodologias, repensando novos problemas e perguntas a serem realizados que não eram abrangidos pelo paradigma em voga. Com o estabelecimento dessas novas regras, ocorre o surgimento de um novo paradigma e uma revolução científica é concretizada (KUHN, 2003).

As conseqüências teóricas dessa forma de se observar o desenvolvimento

científico são muitas. A primeira é que há momentos em que a ciência não se desenvolve por acumulação de conhecimentos. Kuhn defende a incomensurabilidade de paradigmas, ou seja, que os paradigmas não dialogam uns com os outros, pois possuem interesses completamente diferentes, com questões e visões de mundo incompatíveis. Não se busca mais a verdade sobre a natureza, mas a interpretação segundo uma visão de mundo, um paradigma. Kuhn enfatiza em seu posfácio de 1969 que o paradigma não governa a natureza, e sim a comunidade científica. Na legitimação de teorias há um caráter individual de aceitação dos cientistas: não são provas ou refutações científicas que conduzem objetivamente à escolha por teorias ou paradigmas distintos. Abre-se, assim, precedente para a crítica a uma metodologia científica necessariamente lógica e eterna (única possível e de consenso) ao se referir sobre a influência das tradições científicas no trabalho da comunidade que compartilha um paradigma (HOCHMAN, 2002).

Esse abalo inicial protagonizado pelo livro de Kuhn conduziu a reflexão em pelo menos quatro pontos em que se apoiavam as concepções anteriores sobre ciência, principalmente a positivista. Primeiramente, a fragilidade de um conhecimento obtido de forma indutiva foi exposta com a principal argumentação de que “nenhum número finito de enunciados singulares pode justificar conclusivamente um enunciado universal.” (GARCIA *et al*, 2000: 36). Por mais que se observe milhares de cisnes brancos, sempre será possível encontrar um cisne preto.

Os maiores impactos foram causados pela relativização do conhecimento científico. O princípio da subdeterminação amplia a fragilidade do conhecimento indutivo ao afirmar que sempre é possível criar um número indefinido de hipóteses e teorias que sejam empiricamente semelhantes, mas que possuam explicações divergentes em relação a um determinado fenômeno (LACEY, 1998). Esse princípio eleva a importância de teorias como a do flogisto (calor como elemento químico) na história da ciência, com defesas de que foi descartada não necessariamente por falseabilidade (ainda que justificado assim posteriormente), mas sim por fatores sociais e culturais (KUHN, 2003). Nesse mesmo caso encontra-se a controvérsia entre

Lamarck e Darwin sobre a evolução das espécies (GREENE, 1979).

Esse enfoque social de disputa entre teorias científicas adquire mais força se considerarmos a existência de uma carga teórica na observação. Ao observar um objeto ou fenômeno é necessário descrevê-lo e, para tal, é necessário uma série de noções pertencentes a uma determinada representação teórica (FOUREZ, 1995). De maneira simples, as noções de queda e para baixo podem advir de representações distintas, e ambas descrevem um objeto que “caminha” numa certa direção com conseqüências divergentes, como por exemplo, assumindo ou não a ação da gravidade. O relativismo atinge seu auge ao considerar que essas representações teóricas possuem origens sociais e culturais e não advêm de argumentos lógicos e racionais ou mesmo de maneira natural. O relativismo em seu aspecto mais extremo é muito utilizado para o estudo das denominadas controvérsias científicas e tecnológicas expondo os diversos caminhos possíveis para o desenvolvimento científico e tecnológico (CALLON, 1980; PINCH & BIKJER, 1987; COWAN, 1988). O conteúdo científico, ou seja, seu “núcleo duro”, perde seu caráter único (determinista) e deixa de ser considerado a busca da verdade, um ideário de natureza real, começando a ser visto como uma, entre outras tantas, visões de mundo.

Por último, pode-se estender a abrangência da subdeterminação para os aspectos decisórios, desde o que se considera um problema científico e os dados relevantes a se obter, inclusive a escolha dos instrumentos de medida, até as decisões sobre as tecnologias viáveis em determinadas problemáticas sociais, inclusive a gestão e o controle da escolha efetuada (GARCIA et al, 2000). Nesse aspecto, o contexto social no qual a ciência está imersa se faz presente em todas as decisões necessárias ao trabalho científico. A metodologia científica está carregada de influências externas e conduz a um questionamento da legitimidade neutra que as decisões científicas aparentam possuir perante a sociedade (LACEY, 1998). A comunidade científica é mais um entre os vários grupos sociais presentes na sociedade, possuindo seus próprios interesses e valores.

2. EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Com este capítulo pretendemos, primeiramente, criar um elo de ligação entre os objetivos atuais da Educação em geral com as necessidades educacionais advindas do Ensino de Ciências.

A seguir, pretendemos conduzir o leitor à mudança de olhar presente no Ensino de Ciências em decorrência da influência direta ou indireta dos trabalhos relativos às interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Por fim, especificamos a limitação teórica pretendida com este trabalho através da discussão do termo cultura científica e as implicações conceituais existentes por trás deste termo.

2.1. ENSINO DE CIÊNCIAS E AS ATUAIS NECESSIDADES FORMATIVAS

De certa forma, a metodologia de ensino mais freqüentemente utilizada nas escolas - de transmissão e recepção de conteúdos - propaga uma idéia de ciência como verdade acabada, de leis e teorias que relatam a real natureza, feita e entendida somente por grandes gênios que se isolam da sociedade, sempre servindo para o bem da humanidade (se desconsiderarmos alguns “desvios históricos”⁴), absolutamente descontextualizada de seus impactos sociais e suas origens (CACHAPUZ *et al.*, 2005; PEDUZZI & PEDUZZI, 2005). Não por culpa dos professores, mas muitas vezes por causa de sua própria formação, a adoção de metodologias alternativas, que englobem por exemplo as relações CTS, encontra dificuldades devido às concepções de ensino enraizadas por uma longa e duradoura formação ambiental – a própria formação inicial desses professores (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 2000; FOUREZ, 2003).

Também muitos professores acreditam que entender ciência é somente entender o conteúdo dela aceito em determinado período, não percebendo seu caráter dinâmico. Desse ponto de vista, o livro didático resume todo o conhecimento científico necessário a ser ensinado, tornando-se, portanto, um excelente material didático – muitas vezes o único. Sabe-se hoje que essa não é a única possibilidade do livro didático (NARDI,

⁴ Como a bomba atômica ou os acidentes nucleares e químicos.

1999; FRACALANZA & MEGID NETO, 2006). Ele possui seu valor como material didático principalmente quando utilizado no apoio à pesquisa ou na preparação de aulas, por exemplo. A própria consulta a diferentes livros didáticos possibilita a percepção de algumas diferenças existentes entre eles (SOUZA FILHO, 2004) que podem ser enfatizadas e trabalhadas de maneira crítica (CUNHA *et al*, 2005).

Por detrás da delimitação das necessidades formativas do alunado há valores setoriais relativos à finalidade da educação básica (FOUREZ, 2003). A exigência formativa de quem será preparado para o trabalho ou para participar ativamente da sociedade pode conduzir a metodologias educacionais diferentes de acordo com os interesses envolvidos.

Assim, para alguns setores da sociedade, considera-se imprescindível ter como objetivo prioritário que os estudantes saibam fundamentalmente os conceitos, princípios e leis das disciplinas de ciências (CACHAPUZ *et al.*, 2005). Para tal, o conteúdo a ser ensinado é separado em diversas disciplinas, que tendem a menosprezar o caráter histórico, epistemológico e social envolvido no desenvolvimento científico e tecnológico. Dessa forma, uma metodologia conteudista (focada no conteúdo) se faz justificada a fim de atender a essa necessidade de forma plena e eficiente. Esse caminho metodológico é seguido predominantemente na preparação de futuros cientistas e engenheiros, ainda que não seja aceita, por alguns autores, como a melhor opção para esse público (FOUREZ, 2003; ACEVEDO-DÍAZ, 2004)

Em contraponto, a crítica à metodologia conteudista na educação básica se centra na argumentação de que esta é elitista, ou seja, destina-se aos poucos que a compreendem e a dominam (CACHAPUZ *et al.*, 2005). Entretanto, nem todos os cidadãos pretendem ser futuros cientistas ou engenheiros. Ora, mas se a educação científica faz parte da educação básica, ela deve ser para todos, de fácil acesso e compreensão e direcionar seus objetivos para as necessidades da formação cidadã. Esse argumento conduz a diferentes necessidades formativas e, conseqüentemente, à busca de novas metodologias educacionais.

2.1.1. FORMAÇÃO CIDADÃ

Deve-se, entretanto, caracterizar o que é formação cidadã, para posteriormente determinar quais são as competências e habilidades a serem trabalhadas. Não sendo o foco deste trabalho uma discussão extensa sobre esta definição, um possível direcionamento pode ser a necessidade da tomada de decisões: um cidadão deve estar apto a tomar decisões conscientes sobre os assuntos que permeiam a comunidade em que vive bem como toda a sociedade, sejam eles de caráter econômico, político, científico ou cultural. Assim, da maneira tal como está descrito, esse direcionamento pode conduzir a uma dupla interpretação que inclui a justificção do método de ensino focado no conteúdo: para que se possam tomar decisões que envolvam problemáticas científicas e tecnológicas de forma consciente, o cidadão deve conhecer bem os conceitos, os princípios e as leis científicas envolvidas.

Pode-se constatar a existência de duas possíveis incoerências neste discurso. A primeira refere-se ao fato de se considerar a dimensão científica (conteúdos estritamente científicos) como essencialmente necessária para a resolução de questões sociais que envolvem a ciência. É como argumentar, por exemplo, que se deve conhecer a fundo o funcionamento biológico dos transgênicos para que seja possível opinar de forma consciente sobre a liberação de seu plantio, argumentação esta que restringe as pessoas aptas a tomar decisões. Nesta visão, restringe-se a discussão somente aos malefícios que os transgênicos podem, por ventura, causar na saúde dos consumidores bem como aos seus possíveis impactos ambientais. Tende-se, dessa forma, a desconsiderar todos os impactos políticos, econômicos e culturais que também envolvem a questão, como a quem interessa o plantio dos transgênicos (quem se beneficia), quais as implicações econômicas em adotá-lo, como a população reagirá ao saber que irá consumi-los e, principalmente, para que se compreenda melhor todas essas questões expressas, quais os valores intrínsecos vigentes no desenvolvimento desta determinada tecnologia.

A segunda incoerência é desconsiderar como parte da formação do aluno a vivência de ações sociais envolvidas em qualquer processo de transformação social

para que haja uma participação ativa do cidadão na sociedade, assim como descreve Teresinha Burnham (2005) em referência ao cidadão-trabalhador-autor-crítico-instituinte, sendo este aquele:

(...) que reflete, se autoriza, tem reconhecimento dos pares e, portanto, é propositor, (re)construtor, (re)instituinte de esferas da vida político-sócio-cultural-ambiental, articulador coletivo, enraizado na sua comunidade/cultura local e também participando de processos instituintes de transformações profundas, globais (...) (BURNHAM, 2005: 8)

Considerados, muitas vezes, como conhecimentos tácitos, as relações pessoais, a comunicação, o saber a quem procurar para obter respostas ou apoio, a iniciativa, entre outros, só são trabalhados no cotidiano social através da vivência ou do enfrentamento de problemáticas reais, da necessidade de se tomar decisões que afetem certa coletividade (MARTÍN & OSORIO, 2003). Como exemplo, os próprios cientistas enfrentam situações deste tipo ao pretenderem legitimar seus trabalhos perante outros cientistas bem como para a sociedade como um todo. Ou seja, ao se centrar em conteúdos, princípios e leis científicas, o ensino de ciências tradicional despreza, ou mesmo esconde, o caráter social que possui o desenvolvimento científico e tecnológico, não permitindo que o alunado perceba as variadas instâncias que realizam qualquer decisão que envolva a sociedade, principalmente as científicas.

Dessa forma, não basta conhecer os conteúdos envolvidos em determinada problemática para que se possa ser atuante e consciente nas decisões a serem tomadas. É necessário que se busque conhecer e compreender os diferentes enfoques que podem ser utilizados a fim de se solucionar tal problemática e principalmente o tornar-se político, ou seja, ser capaz de mediar as divergências entre os diversos atores envolvidos e negociar soluções que dificilmente serão de consenso (FOUREZ, 1995).

2.1.2. O PROCESSO DECISÓRIO

Habermas (1986) propõe três modelos decisórios entre a ciência e a sociedade. O *modelo tecnocrático* é caracterizado pelo abuso de poder do especialista nas ciências. Com forte disseminação no pós II Guerra Mundial, os especialistas se

aproveitam da forte legitimação do conhecimento científico para impor suas opiniões sobre as políticas científicas e tecnológicas perante a sociedade. O caráter histórico e social do conhecimento científico é esquecido neste modelo, o que permite, por exemplo, ao engenheiro argumentar que determinada tecnologia é melhor sem precisar especificar o que significa esse melhor (melhor para quem? Que interesses há por trás?).

Num *modelo decisionista*, os especialistas não mais determinam o fim (o objetivo) de determinada decisão que envolva a ciência e a sociedade. Eles agem no meio do processo sendo responsáveis por determinar o que é preciso fazer para atingir determinado objetivo. Objetivo este sob responsabilidade da sociedade que é representada por seus governantes. Um ponto falho deste modelo é considerar que sempre existe um modo de se atingir determinado objetivo, sendo este imposto aos especialistas. Não há, durante o processo decisório, diálogo constante entre as partes envolvidas. Entretanto, os meios influenciam o objetivo final e implicam numa necessária reorganização deste que não é abrangida pelo *modelo decisionista*. Deve-se, porém, relatar que este processo é mais democrático que o *modelo tecnocrático*, pois inclui, em alguma parte do processo decisório, valores de classes sociais distintas.

Já o *modelo pragmático* é considerado o mais democrático por Habermas (1986), pois possibilita, durante todo o processo decisório, o constante diálogo entre os distintos valores das classes sociais. O debate deve ocorrer constantemente possibilitando a retro-alimentação do objetivo a ser atingido. As diversas classes sociais (ou atores) envolvidos no processo devem ter possibilidade de expressar suas opiniões durante todo o processo e a decisão deve ser tomada através de negociação entre todas as partes, ou seja, deve ser uma decisão política. Por ter este caráter de negociação, Fourez (1995) denomina este modelo de *pragmático-político*. Neste modelo se evidencia o caráter histórico e social da ciência: ela não é neutra e nem determinista. Não há um só caminho a ser seguido a fim de atingir determinado objetivo, e mais, os diversos caminhos possuem valores intrínsecos, possuem os interesses dos variados atores envolvidos.

É tendencioso acreditar que o *modelo pragmático-político* é o melhor, entretanto Fourez (1995) nos lembra que em determinadas situações o modelo tecnocrático de decisão é mais adequado. Como exemplo pode-se citar um avião em queda e a necessidade de se tomar uma decisão rápida que tende a ser a do piloto. O mesmo ocorre numa mesa de cirurgia que, diante de um imprevisto, não há como consultar o paciente anestesiado no momento, sendo de responsabilidade da equipe médica as decisões necessárias a serem tomadas.

2.1.3. O INDIVÍDUO E AS NECESSIDADES FORMATIVAS

Todo cidadão, como indivíduo, faz parte de um contexto social-histórico que o inclui na sociedade em que vive. A socialização do indivíduo se faz através de um mundo de significações imaginárias sociais. De forma circular, a sociedade se caracteriza pelas atividades dos indivíduos que a compõem e que, num processo histórico, é instituída através de regras que delimitam a ação do próprio indivíduo (CASTORIADIS, 1992). Esse processo de institucionalização tende a excluir representações distintas das representações dominantes e, conseqüentemente, manter as relações sociais pré-existentes, bem como os valores a ela intrínsecos.

Tendo como pressuposto que a ciência e a tecnologia são instituições dentro da sociedade da qual participamos, estas também são caracterizadas pelas ações dos indivíduos que as compõem, bem como seus valores e interesses pessoais (CASTORIADIS, 1995). Permeado por ideais capitalistas, como a concorrência entre empresas e países e a busca por riquezas, a ciência e a tecnologia se constituem em artifício mantenedor das relações sociais.

A fim de propiciar a ascensão de outros ideários que não os dominantes, é necessário que o indivíduo se insira na sociedade como agente propositor e, para tal, é necessário que ele adquira certas competências que o propicie a agir. É necessário, por exemplo, conhecer o contexto dos desenvolvimentos científicos, ou seja, a história de suas “descobertas” sem desprezar os aspectos sociais que levaram a tal organização de idéias. Também se faz necessário o “saber buscar”, o saber realizar pesquisas confiáveis e que considerem os mais variados pontos de vista para que possam gerar

as conclusões que mais lhes convêm. Acevedo-Díaz *et al.* (2005a) enfatiza a necessidade de se conhecer a ciência e seus processos de produção para que se possa interagir com ela e que entender a ciência abrange entender os seus métodos de validação de conhecimentos, a natureza da comunidade científica e as relações dela com a cultura e o progresso da sociedade.

Não se pode desassociar do Ensino de Ciências o caráter social presente na construção da ciência (DELIZOICOV *et al.*, 2002). Não se pode perpetuar a idéia e nem acreditar que o progresso científico é sempre bom para a sociedade. Deve-se propiciar um ensino através do qual os alunos percebam a rede de atores (e os seus interesses) existentes na construção de cada artefato tecnológico, na elaboração de um determinado experimento científico, ou mesmo, na “necessidade” de se levar o homem à Lua. Deve-se capacitar e habilitar os alunos a perceber que eles também são atores na construção do saber científico e tecnológico, que podem emitir suas opiniões, mesmo que indiretamente sobre as políticas públicas, propagar seus valores, bem como deixar claro que eles possuem grande responsabilidade na tomada de decisões que afetam não só sua comunidade como todo o planeta (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 2000; CACHAPUZ *et al.*, 2005, GARCIA *et al.*, 2000).

2.2. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Um termo atualmente em voga no ensino de ciências é alfabetização científica e tecnológica. A apropriação deste termo em seus diferentes significados é dependente dos grupos de interesse envolvidos e suas justificativas, das concepções atribuídas ao ensino e ao desenvolvimento das ciências e das diferentes maneiras propostas para medi-la. (ACEVEDO-DÍAZ, 2004; CACHAPUZ *et al.*, 2005; ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2005b; VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2005).

Dessa forma, ao considerar como pressuposto que a ciência e a tecnologia devem ser utilizadas para o desenvolvimento econômico de determinada nação privilegiando a concorrência entre países e empresas, o significado de alfabetização científica e tecnológica vincula-se à apropriação de conhecimentos com o intuito de gerar riquezas e bem estar para esta nação. Esse ideário conduziu a busca por

“grandes cérebros” em plena guerra fria, na década de 1960 (KRASILCHIK & MARANDINO, 2004), incentivando, por exemplo, o surgimento de concursos e avaliações específicas dos conhecimentos científicos já na educação secundária, as denominadas olimpíadas (de matemática, física, astronomia etc.). O foco era encontrar os melhores alunos das áreas científicas e estimulá-los a tornarem-se os futuros cientistas e engenheiros do país - no caso da guerra fria, dos EUA e da URSS (FOUREZ, 1997; VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2005). Política esta adotada posteriormente por outros países, inclusive o Brasil, e ainda amplamente disseminada na educação.

Essa linha de pensamento tende a priorizar no ensino um enfoque científico de visão de mundo, principalmente ao enfatizar a ciência dentro de uma perspectiva determinista e neutra. Neste caso, a ciência é ensinada como o fruto de grandes realizações, centrada nos conceitos científicos, capaz de salvar a humanidade e superior a todas as outras formas de conhecimento (AULER & DELIZOICOV, 2001). Desprezando-se a historicidade da ciência e seus aspectos sociológicos, o modelo tecnocrático de tomada de decisões prevalece priorizando as opiniões advindas dos especialistas (*experts*) e colocando o “resto” da população como meros admiradores dos grandes feitos que a ciência e a tecnologia são capazes de realizar (PRICE, 1986). Ou seja, a conceituação de alfabetização científica e tecnológica ligada a ideários econômicos tende a concentrar o poder na classe dominante e não permite uma autonomia decisória por parte de toda a população.

Entretanto, há outros usos para a alfabetização científica e tecnológica advindos, por exemplo, de um caráter social, principalmente no que tange a autonomia do alunado. A ciência pode ser ensinada com o intuito de democratizar⁵ o processo decisório das questões científicas e tecnológicas que atingem a sociedade como um todo, ou mesmo, uma pequena comunidade. Reitera-se aqui o cuidado ao considerar a tomada de decisões como o objetivo do ensino de ciências, principalmente no que se refere às interpretações dúbias. Como exemplo, pode-se definir alfabetização científica:

⁵ Entendendo democracia como a participação do maior número possível de grupos sociais nas decisões que afetam a sociedade.

(...) como sendo a apreensão dos princípios científicos de base, essenciais para que o indivíduo possa compreender, interpretar e interferir adequadamente em discussões, processos e situações de natureza técnico-científica ou relacionados ao uso da ciência e da tecnologia. Trata-se da instrumentação do indivíduo com conhecimentos científicos válidos e significativos tanto do ponto de vista social quanto do ponto de vista individual, sem os quais o próprio exercício da cidadania ficaria comprometido na medida em que ele depende, entre outros aspectos, da intervenção profissional e da auto-satisfação do indivíduo como detentor de conhecimentos técnicos que lhe são pertinentes. (LACERDA, 1997: 98).

Ao interpretar “princípios científicos de base” somente como os conteúdos científicos, determinado leitor pode ser conduzido a acreditar que eles são suficientes e essenciais para a tomada de decisões científicas e tecnológicas que envolvam a sociedade, desprezando, assim, todo o caráter sociológico, histórico e filosófico do desenvolvimento científico. Desprezam-se, principalmente, os valores relacionados com determinada decisão a ser tomada. Uma visão de alfabetização científica e tecnológica centrada em conteúdos é reducionista e se baseia em um modelo de déficit de conhecimento do alunado, considerando estes como meros agentes passivos do desenvolvimento científico e tecnológico (AULER & DELIZOCOV, 2001). Surge a questão de que, se desconsiderarmos determinados grupos com seus interesses de certa problemática científica ou tecnológica e nos basearmos em soluções puramente técnicas, será esta uma decisão consciente e democrática?

A fim de ampliar o significado de alfabetização científica e tecnológica e de propor um possível caminho para uma definição mais coerente com uma sociedade democrática, Fourez (1997) faz uso da história de popularização da alfabetização, fruto de discussões no século passado:

Há um século, tanto a classe trabalhadora como os patrões consideraram importante que a população soubesse ler e escrever. Todos encontravam nisso uma certa vantagem. Os patrões, apesar de uma resistência inicial, porque a posse desta técnica e da disciplina ligada a escrita proporcionariam-lhe uma mão de obra mais apta. A classe trabalhadora, porque estimava que a instrução era a chave de uma certa emancipação. Assim foi que a escola se tornou obrigatória. Durante muito tempo alguns perguntaram sobre os efeitos desta <<democratização>> do ensino. Os trabalhadores aprenderam a ler e

escrever simplesmente para ser bons consumidores, leitores de publicidades ou de instruções dos patrões? Ou esse saber lhes proporcionou uma emancipação social e cultural?⁶ (FOUREZ, 1997: 17).

Krasilchik & Marandino (2004) ampliam essa discussão ao comparar, fazendo uso da lingüística, o termo alfabetização com letramento:

No campo da linguagem já existe uma reflexão sobre as diferenças entre alfabetização e letramento. Assim, ser “alfabetizado” é saber ler e escrever, mas ser “letrado” é viver na condição ou estado de quem sabe ler e escrever, ou seja, cultivando e exercendo as práticas sociais que usam a escrita. Se ampliarmos essa definição de letramento para o âmbito da ciência, entendemos que ser letrado cientificamente significa não só saber ler e escrever sobre ciência, mas também cultivar e exercer as práticas sociais envolvidas com a ciência: em outras palavras, fazer parte de uma cultura científica. (KRASILCHIK & MARANDINO, 2004: 22).

Desta maneira, o foco de uma alfabetização científica e tecnológica deve ser a possibilidade da intervenção social por parte do alfabetizado científica e tecnologicamente e que, visando um modelo democrático de sociedade, deve ser estendido a toda a população. Ou seja, a relação entre o alunado e a ciência e tecnologia deve seguir um modelo interacionista. Martín & Osorio (2003) compartilham que a alfabetização científica e tecnológica deve ampliar seu horizonte, pois conhecer os processos e manejar os artefatos tecnológicos não formará cidadãos capazes de interagir de maneira democrática nas decisões que envolvem a ciência e a tecnologia. É necessário, para tal, desenvolver atitudes participativas e abertas ao diálogo em torno de três aspectos que envolvem a ciência e a tecnologia: o conhecer, o manejar e o participar.

É comum separar estes três aspectos na formação do alunado ao considerar que o “conhecer” é dever das disciplinas científicas, a tecnologia seria responsável pelo “manejar” e a participação nas decisões científicas e tecnológicas seria responsabilidade das disciplinas sociais ou humanas. Entretanto, a separação destes três aspectos pode prejudicar a formação de um cidadão autônomo, já que a associação destes deixa de ser trabalhada. No caso do aspecto manejar, este se torna

⁶ Tradução livre do autor.

restrito se considerarmos somente o saber lidar com artefatos tecnológicos. Podemos ampliar a abrangência deste aspecto se o considerarmos como veículo de independência para o cidadão, libertando-o da necessidade de consultar um especialista em casos como de montar uma dieta apropriada ao seu estilo de vida. Para tal independência é necessário, porém, que o cidadão saiba selecionar os conhecimentos dos quais possui acesso de maneira criteriosa e que não os considere como verdades imutáveis (MARTÍN & OSORIO, 2003).

Para a abrangência do significado de alfabetização científica e tecnológica espera-se mais do que competências de auxílio à tomada de decisões individuais dos cidadãos. A participação deve incluir o cidadão no contexto social em que vive permitindo que este atue com seus valores e anseios nas decisões científicas e tecnológicas que interferem na sociedade como um todo. Seguindo esta linha de raciocínio, J. A. Acevedo-Díaz *et al.* (2005a) propõe quatro elementos que influenciam as decisões tecnocientíficas⁷: o conhecimento sobre o tema e a natureza da ciência; discurso moral, valores e normas; emoções e sentimentos; crenças culturais, sociais e políticas.

Ainda que não haja consenso sobre o que sejam definitivamente os conhecimentos sobre a natureza da ciência, há alguns pontos de convergência sobre os seus limites. Advindo de constantes reflexões nos campos da história, da filosofia e da sociologia da ciência, pode-se incluir no campo dos conhecimentos sobre a natureza da ciência os métodos de validação de teorias, os valores inclusos nas atividades científicas e tecnológicas, a natureza da comunidade científica, bem como as relações entre a sociedade e o sistema tecnocientífico e as contribuições deste para a cultura e o progresso da sociedade (VÁZQUEZ *et al.*, 2004).

De maneira muitas vezes subliminar, os conhecimentos sobre a natureza da ciência já são trabalhados no ensino das ciências, através de uma visão positivista de

⁷ O termo “tecnociência” refere-se a ciência e tecnologia como um só corpo de conhecimento por não existir, numa análise mais aprofundada, como separar a definição ou os limites de atuação de ambos. Conferir GIBBONS & JOHNSON (1982) sobre tal dificuldade de separação e NUÑEZ (1999) para uma definição sobre o termo tecnociência.

desenvolvimento científico presente tanto nos livros didáticos quanto na didática que o professorado de ciências desenvolve em sala de aula. Esta visão positivista de desenvolvimento científico não auxilia a formação de um cidadão atuante, já que este é considerado como mero agente passivo das decisões científicas (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007a). Uma visão teórica mais próxima da formação de um cidadão atuante e crítico converge para as reflexões relativistas sobre a natureza da ciência, na qual inclui a possibilidade de atores não especialistas participarem das decisões científicas e tecnológicas (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2005a; STIEFEL, 2005).

Solbes & Vilches (2004 e 2005) expõem a necessidade de se conhecer a natureza do conhecimento científico e tecnológico ao propor sete competências para que os estudantes possam decidir adequadamente em torno de questões que envolvem a ciência e a tecnologia:

1 – Que eles tenham uma visão adequada sobre quais são os problemas atuais da humanidade, suas causas e possíveis soluções;

2 – Que eles compreendam o papel da ciência e da tecnologia na resolução destes problemas;

3 – Que eles sejam conscientes sobre a influência da sociedade e de interesses particulares nos objetivos da ciência e da sociedade;

4 – Que eles sejam capazes de realizar avaliações sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos, em particular, seus riscos e impactos tanto sociais quanto ambientais;

5 – Que eles sejam capazes de avaliar, realizar juízos éticos em torno de tais desenvolvimentos, adicionando suas próprias contribuições em prol das necessidades humanas;

6 – Que eles sejam capazes de traduzir os argumentos em políticas científicas, em declarações e solicitações;

7 – Que eles compreendam a necessidade do controle social na investigação científica para evitar a adoção de tecnologias apressadamente, sem as devidas

análises (SOLBES & VILCHES, 2004 e 2005).

Para que se consiga atingir essas competências o Ensino de Ciências não pode separar seus três elementos básicos como expostos por Hodson (*apud* SOLBES *et al.*, 2001):

(...) não é possível separar estes três elementos básicos: aprender ciências (adquirir o conhecimento conceitual e teórico), aprender sobre a ciência (desenvolver uma certa compreensão da natureza da ciência, seus métodos e suas complexas interações com a sociedade) e fazer ciência (envolver-se em tarefas de investigação científica e adquirir um certo domínio no tratamento de problemas).⁸ (HODSON *apud* SOLBES *et al.*, 2001: 221).

A alfabetização científica e tecnológica não deve, portanto, ser entendida pelo viés de que todos os cidadãos deveriam ter uma formação extensiva a fim de se tornarem cientistas detentores do conhecimento científico, muito menos que se deve “rebaixar” esse conhecimento científico com o intuito de torná-lo acessível a todos os cidadãos. Deve-se sim propiciar o enfrentamento de problemas abertos e a participação na tentativa de construção de soluções para, dessa forma, aproximar o aluno de todas as dimensões sociais envolvidas na construção do saber científico (PENICK, 1998; CACHAPUZ *et al.*, 2005). Essa alfabetização tem por finalidade propiciar a formação de cidadãos capazes de tomar decisões com relação às questões científicas e tecnológicas que envolvam a sociedade e a comunidade em que vivem através do questionamento dos valores (e interesses) dos atores envolvidos (BAZZO *et al.*, 2000; GARCIA *et al.*, 2000; ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2005b).

2.3. CTS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Ao considerar a ciência e a tecnologia como construção social, ou seja, moldadas através de ideários culturais, políticos, econômicos e, inclusive, científicos vigentes na sociedade, é demandado do ensino de ciências mais do que a pura transmissão de conhecimentos para que a população possa intervir e opinar sobre a direção do desenvolvimento científico e tecnológico e, conseqüentemente, da própria sociedade. Ao perceber que em determinado desenvolvimento científico ou tecnológico,

⁸ Tradução livre do autor.

como o desenvolvimento de veículos elétricos (CALLON, 1980) ou a televisão digital no Brasil (BOLAÑO & VIEIRA, 2004), há diversos atores envolvidos, cada qual com seus próprios interesses e que não visam necessariamente o “melhor” para a sociedade (mesmo porque este “melhor” depende do referencial seguido), algumas questões podem ser levantadas visando uma sociedade democrática: há grupos menos favorecidos participando dessas decisões? O modelo a ser adotado, no caso do veículo elétrico ou da TV digital, visa uma maior distribuição de riquezas, de conhecimentos e de poder? Por trás de tal decisão está o objetivo de melhorar a condição de vida dos grupos sociais menos favorecidos e que tendem a ser mais numerosos?

Difícilmente os grupos sociais que possuem poder de decisão em questões que lhes beneficiam irão querer diminuir sua influência sobre assuntos estratégicos. Difícilmente esses grupos terão como fator determinante para sua decisão a ajuda às camadas menos favorecidas da população. Reitera-se que cada grupo social possui seus próprios interesses e que dificilmente serão abrangidos pelos outros grupos (SOLBES *et al.*, 2001). Para que determinada decisão possa ser dita democrática, deve-se possibilitar que a maior parte da população esteja sendo representada. Pode-se dizer que o governo possui este papel, entretanto para tal modelo democrático deve haver o controle consciente por parte da população sobre as ações governamentais, tomadas ou a serem tomadas, e se essas ações realmente representam o que os grupos com menos poder político (e, normalmente, mais numerosos em população) almejam.

Pode-se dizer que o principal entrave para esse controle consciente está na concepção vigente sobre a natureza da ciência e da tecnologia, em especial, no que tange as suas relações para com a sociedade (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2005a). O entendimento de que a ciência procura a “verdade” sobre a natureza e é baseada em comprovação de fatos inquestionáveis dependentes da pura observação científica conduz atualmente a uma aceitação do discurso científico assim como no passado se aceitava o discurso religioso (FOUREZ, 1995; BONO, 1971). O poder da legitimidade científica está presente em nosso cotidiano, sem questionamentos, em discursos como

“está cientificamente comprovado”, “a observação nos mostra isso”, “está escrito no livro (didático)” etc. Ao mesmo tempo em que a população acredita que a ciência deva ser controlada, ela também acredita que as melhores decisões são as tomadas pelos especialistas, ou seja, tende a se ausentar das controvérsias científicas e permite que certos grupos sociais tomem decisões em lugar de outros sobre os problemas que afetam toda a sociedade, sem ao menos questionar os valores presentes nestas decisões. É o pensamento de superioridade do modelo de decisão tecnocrático presente no cotidiano social.

Como reflexo no Ensino de Ciências, Kemp (2002) compreende a influência das concepções de desenvolvimento científico e tecnológico argumentando que o contrato didático estabelecido entre professor e aluno depende diretamente do entendimento e do uso de três dimensões por ele propostas: a dimensão conceitual, a dimensão procedimental e a dimensão afetiva. A dimensão conceitual é representada pelos conceitos científicos e pelas relações entre ciência e sociedade. A dimensão procedimental envolve o saber obter e usar as informações científicas, aplicar a ciência no cotidiano e usar a ciência com propósitos sociais e cívicos. Por último, a dimensão afetiva estaria relacionada com o interesse pelo saber científico, tanto de aversão quanto de curiosidade.

Sabe-se que uma metodologia de ensino focada no conteúdo científico dificilmente abrange a ciência como construção social. Pelo contrário, tende-se, com esse tipo de metodologia, fortalecer os dogmas científicos e seus discursos (CACHAPUZ *et al.*, 2005). A fim de valorizar os fatores sociais que influenciam o trabalho científico no Ensino de Ciências e a ação participativa que pode ser aproximada como a dimensão procedimental de Kemp (2002), Fourez (1997) propõe como caminho possível que o trabalho didático ocorra em torno do que ele denomina de ilhas de racionalidade. Segundo ele, ilha de racionalidade

(...) designa uma representação teórica apropriada a um contexto e a um projeto que se tem em perspectiva e permite se comunicar e atuar com referência ao mesmo. (...).

(...) A noção evoca também a 'racionalidade' no sentido em que se enfoca um modelo discutível, modificável, eventualmente receptivo,

em função de sua pertinência a respeito do projeto que o estrutura (e não em função de uma verdade abstrata e/ou geral).

Como prática, a construção de uma ilha de racionalidade implica que se saiba cruzar os saberes provenientes de múltiplas disciplinas e os conhecimentos da vida cotidiana para se estruturar um modelo (ou uma representação, ou uma teorização) interessante, dentro de um contexto preciso.⁹ (FOUREZ, 1997: 69 - 70);

Ainda segundo Fourez (1997), é possível distinguir dois tipos de ilhas de racionalidade. Um primeiro tipo são as desenvolvidas em torno de noções e trata-se de construir representações multidisciplinares destas como, por exemplo, a noção de energia. Já, no segundo tipo, as ilhas de racionalidades são desenvolvidas em torno de problemas concretos e têm como propósito a representação de ações possíveis como a construção de um aquecedor solar para o chuveiro da escola, por exemplo. O primeiro tipo se aproxima das perspectivas científicas tradicionais, enquanto que o segundo aproxima-se do trabalho interdisciplinar¹⁰ (FOUREZ, 1997).

Uma característica específica em relação ao segundo tipo de ilha de racionalidade é a exigência de que a participação dos alunos vá além do recebimento passivo de conhecimento. São atividades de resolução aberta, com diversas soluções possíveis e que coloca o aluno no centro de seu aprendizado. São “situações problema” criadas na qual os alunos podem produzir seu próprio conhecimento, o fazer ciência de acordo com as suas necessidades (MARTÍN & OSÓRIO, 2003). A responsabilidade dos alunos é primordial e se centra na participação e produção da atividade para propiciar seu contínuo andamento. Eles devem, para tal, suscitar debates, temas, diálogos e perguntas de interesse pessoal e coletivo, propor temas de investigação e buscar informações e respostas que o conduzam a um ação efetiva, ou seja, participar ativamente da construção da atividade (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2005).

Pelo lado do professor, este deve agir como mediador do aprendizado dos alunos. Primeiramente, ele deve sensibilizá-los sobre a necessidade de se desenvolver determinada atividade, ou seja, cativar os alunos, motivá-los a resolver a atividade.

⁹Tradução livre do autor.

¹⁰ Algumas são as atividades já desenvolvidas com ideais pedagógicos próximos do segundo tipo de ilha de racionalidade no Ensino de Ciências (PIETROCOLA *et al.*, 2003; CARMONA, 2005; MARTÍN-GODILLO, 2005; CUNHA & FERREIRA, 2006).

Para que isso ocorra é necessário que o aluno sinta que a atividade também é sua, que a situação problema proposta esteja de comum acordo entre os alunos e o professor. Fica a cargo do professor também organizar o tempo disponível (as aulas), dedicando o suficiente para cada uma das etapas a serem realizadas. Deve, por fim, criar instrumentos que avaliem o processo de desenvolvimento das atividades, incluindo além da avaliação do aprendizado dos alunos a avaliação da própria atividade, permitindo sua retro-alimentação (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2005).

Visto dessa forma, o enfoque CTS aplicado conforme o segundo tipo de ilha de racionalidade se aproxima do trabalho interdisciplinar (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2005). O foco deixa de ser um conteúdo específico, já que os alunos poderão optar por uma entre as diversas formas de se resolver uma situação problema proposta. Os professores envolvidos não aparecem mais como detentores absolutos dos conhecimentos, eles mediam o trabalho de aprendizado dos alunos que decidem por seus próprios percursos agindo como tal.

Seguindo este percurso, Fourez (1995) propõe uma diferenciação entre interdisciplinaridade e superdisciplina através do consenso ou não entre diversas disciplinas envolvidas numa determinada situação. A criação de uma superdisciplina ocorre quando duas ou mais disciplinas aproximam seus conteúdos de forma convergente resultando no surgimento de uma nova área de pesquisa. Podemos citar como exemplo a biofísica, aproximação da biologia com a física. No caso da interdisciplinaridade, o consenso nunca ocorreria. Numa dada situação problema, várias disciplinas (com pontos de vista diferentes) seriam consultadas e o responsável pela decisão (podemos chamá-lo de *policy-maker*) construiria seu próprio ponto de vista (FOUREZ, 1995). Nessa situação, há uma aproximação entre o trabalho interdisciplinar com o modelo pragmático-político de tomada de decisões discutido no tópico 2.1.2.

Ao considerar que os estudos CTS visam abrir a “caixa preta” que esconde os aspectos sociais presentes no desenvolvimento científico e tecnológico e que isso permite democratizar o conhecimento, a interdisciplinaridade, bem como as ilhas de racionalidade de segundo tipo, são um caminho viável para uma aproximação entre os

estudos CTS e o ensino de ciências. Dessa forma, é possível a vivência no desenvolvimento de modelos teóricos em torno de projetos com as suas devidas negociações, reformulações, comunicações e controvérsias tão presentes na construção do conhecimento científico e tecnológico.

2.4.CULTURA CIENTÍFICA

A elaboração de indicadores com comparações e aplicabilidade em grande escala que visam à percepção pública da ciência foi realizada de forma pioneira pela *National Science Foundation* (NSF) no início da década de 1970. Dentre os 15 volumes da *Science and engineering indicators*, publicação da NSF, 14 contêm um capítulo referindo-se às atitudes do público em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico (VOGT & POLINO, 2003).

Denominado de cultura científica, o foco de desenvolvimento dos indicadores do relatório da NSF se centram em torno de três eixos: *interesse, conhecimento e atitudes* do público em relação à ciência e à tecnologia (C&T). De forma resumida, o primeiro eixo, interesse público sobre C&T, envolve a visibilidade das comunidades de cientistas e engenheiros, a importância da C&T para a sociedade através da busca de informação e o quanto o público se mantém informado sobre o assunto. O segundo eixo, o conhecimento sobre C&T, explora indicadores da denominada *Scientific Literacy* (alfabetização científica) como a familiaridade dos conceitos e termos científicos, o entendimento do método científico e a crença em pseudociências. É importante salientar que o significado do termo “alfabetização científica” utilizado no relatório da NSF é bem mais restrito do que o termo “alfabetização científica e tecnológica” discutido no tópico 2.2 desta dissertação. Por fim, o terceiro eixo, a atitude pública em relação à C&T, envolve a confiança pública em relação à comunidade científica, o olhar sobre as consequências ambientais, a percepção sobre os prós e contras das diversas tecnologias existentes, bem como a opinião sobre o apoio federal aos investimentos em ciência e tecnologia (NSF, 2006).

A Europa também desenvolveu seus próprios indicadores que envolvem a cultura científica tendo como base o trabalho da NSF e sendo realizado através do

questionário Eurobarômetro (*Eurobarometer*) a pedido da Comissão Europeia (*European Commission*). Entretanto, seus indicadores sobre a percepção pública da ciência não são contínuos, tendo o primeiro sido realizado em 1989, o segundo em 1992 (ÁVILA *et al.*, 2000) e, após uma fase de reavaliação do questionário, este voltou a ser aplicado a partir de 2001 (INRA *et al.*, 2005). Além dos três eixos abrangidos pelo questionário da NSF - interesse, conhecimento e atitudes -, o Eurobarômetro também incluiu indicadores sobre a responsabilidade dos cientistas e dos *policy-makers* nas decisões de base científicas e a percepção pública sobre a pesquisa científica europeia.

Ambos os questionários são tidos como referências para a delimitação do significado de cultura científica, ainda que criticados nesse quesito. Essa delimitação advém das justificativas utilizadas por ambos para a realização das pesquisas. Como exemplo, a NSF expõe em seu relatório que:

(...) uma lacuna pública de conhecimento sobre C&T pode resultar em menos apoio governamental para as pesquisas; poucos jovens escolhendo as carreiras científicas e; susceptibilidade do grande público às curas milagrosas, aos planos de enriquecimento rápido e outras falcatruas¹¹. (NSF, 2006: 7-5).

Através deste trecho pode-se perceber que uma tendência da NSF é a de legitimar o conhecimento científico e tecnológico perante a população em detrimento de outros tipos de conhecimento. Inclusive, utilizam como uma das justificativas para a necessidade de tais estudos a legitimação das políticas governamentais em C&T e conseqüentemente dos impactos sociais do conhecimento científico (ÁVILA *et al.*, 2000). Porém, a justificativa central para tal estudo é que o conhecimento por parte da população dos fatos e dos conceitos científicos é essencial para se exercer uma boa cidadania (NSF, 2006). Tal justificativa conduz o desenvolvimento de ambos os questionários (do Eurobarômetro e da NSF) nos quais está presente uma seção específica para se avaliar o nível de conhecimento científico do respondente. Uma das principais críticas a esses questionários é considerar o “modelo de déficit” de conhecimento, que considera o público como “uma entidade passiva com falhas de conhecimento que devem ser corrigidas e estabelece que a informação científica flui em

¹¹ Tradução livre do autor.

uma única direção: dos cientistas até o público.” (VOGT & POLINO, 2003: 59). J. Durant (1999) amplia as conseqüências do uso desse modelo argumentando que este caminha em sentido contrário ao de uma sociedade democrática ao privilegiar um modelo tecnocrático de tomada de decisões. Ávila *et al.* (2000) defende ainda que não há nem sequer a necessidade de se equacionar as representações de ciência com o nível de conhecimento científico do público.

Para que a cultura científica tenha seu caráter democrático, M. E. Gonçalves (2000) expõe que esta não pode ser baseada em um modelo de ciência neutra, imune de valores e influências externas e sim em um modelo no qual ciência, tecnologia e sociedade influenciam-se mutuamente de maneira igualitária¹². B. Wynne (1993) justifica que as interpretações dos resultados são simplistas justamente porque o significado de cultura científica é limitado ao utilizar um entendimento de ciência como acúmulo de conhecimento e como uma realidade natural. Vogt & Polino (2003) argumentam que a cultura científica “exige um olhar sistêmico sobre instituições, grupos de interesse e processos coletivos estruturados em torno de sistemas de comunicação e difusão social da ciência” (VOGT & POLINO, 2003: 57). A necessidade de se ampliar o significado de cultura científica se aproxima da discussão realizada no tópico 2.2, sendo distintas apenas no aspecto de que a alfabetização científica e tecnológica é ligada ao sujeito como interventor das ações sociais e a cultura científica se volta para o ambiente social que envolve o sujeito.

Dessa forma, as principais críticas dos questionários Eurobarômetro e da NSF envolvem o significado de cultura científica utilizado. Segundo Rodrigues (2000), ao propor medir o conhecimento científico público, são utilizadas assertivas que podem gerar controvérsias quanto a sua veracidade, pois o conhecimento científico não é rígido e nem estanque. Também não são considerados nestes questionários os conhecimentos científicos locais e informais que são específicos da cultura científica de determinadas regiões (RODRIGUES, 2000). Seguindo esse raciocínio, surgem críticas

¹² Perceber que tanto a ciência influencia a sociedade quanto a sociedade também a ciência. Seguindo um referencial CTS, ciência não pode ser entendida sem a sociedade, bem como a sociedade não pode ser completamente entendida sem a ciência pois ambas fazem parte do contexto histórico de nossa existência.

severas aos questionários argumentando, por exemplo, que estes perseguem os que não pensam como os cientistas (FAYARD, 1992).

Apesar das críticas, alguns resultados destes questionários são vistos como positivos, principalmente na relação entre os níveis de conhecimentos científicos e as atitudes do público. Nesse quesito, os resultados do Eurobarômetro abalam a universalidade da concepção de que os que possuem maior nível de conhecimento científico possuem atitudes mais positivas perante a ciência (RODRIGUES, 2000). Resultados como o Eurobarômetro realizado na Alemanha e na Dinamarca mostraram que um maior nível de conhecimento gera um maior senso crítico em relação à ciência, oposto do que ocorreu em países como Portugal e EUA, neste último caso, segundo o relatório da NSF. A justificativa para esse fato pode ter origem nas relações “entre as instituições e o público e na forma como o conhecimento é divulgado” (DURANT, 1995 *apud* RODRIGUES, 2000: 35).

Por fim, ainda que os questionários da NSF e o Eurobarômetro possuam grande valor, estes são construídos tendo como pressupostos valores econômicos de concorrência entre países, não sendo interessante utilizá-los, por esse motivo, quando a finalidade for desenvolver uma educação democrática.

3. DESENVOLVIMENTO DO INSTRUMENTO DE ANÁLISE

A necessidade de entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) presentes na população está atualmente em voga se considerarmos a quantidade de trabalhos realizados na área recentemente. Alguns desses trabalhos possuem viés qualitativo (AULLER & DELIZOCOV, 2006; REIS & GALVÃO, 2006), sendo conduzidos principalmente por entrevistas individuais ou questionários com possibilidade de respostas abertas (dissertativas). Este tipo de metodologia possui como consequência uma exploração individual (detalhamento) maior das concepções existentes num público restrito em quantidade de respondentes. Por outro lado, há também trabalhos que se utilizam do enfoque CTS e que pretendem atingir grande quantidade de respondentes, visando, na medida do possível, a generalização das respostas de forma que se represente um determinado grupo populacional. Nessa perspectiva, podemos citar como o mais influente o questionário canadense *Views On Science-Technology-Society* (VOSTS) (AIKENHEAD *et al.*, 1989; AIKENHEAD & RYAN, 1992) sendo este o ponto de referência para diversos outros trabalhos que envolvem as concepções das relações CTS vigentes na população (CANAVARRO, 2000; GUIMARÃES & TOMAZELLO, 2004). Pelo lado europeu e também baseado no VOSTS, podemos citar como tendo grande influência o *Cuestionario de Opiniones de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (COCTS) desenvolvido por um grupo de pesquisadores espanhóis (VÁZQUEZ *et al.*, 2006a).

A presente pesquisa não se propõe a fugir destes parâmetros referenciais e sim trabalhá-los restringindo-os a um objetivo específico: o Ensino de Ciências como instrumento democrático. Nesse sentido, pretendemos focar na pesquisa dimensões de análise do enfoque CTS que reflitam como determinantes para uma ação social por parte do cidadão em questões que envolvam a ciência e a tecnologia.

Fizemos a opção pela utilização de uma pesquisa quantitativa e exploratória em nossa investigação devido à possibilidade de mapear um público maior de respondentes com uma certa confiabilidade estatística. Sendo parte deste trabalho a construção e validação de um questionário com os fins propostos, iremos, a seguir,

descrever os processos de construção do questionário aplicado e de sua validação.

3.1. ESPECIFICAÇÕES COM RELAÇÃO À ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO

Como instrumento de análise optamos por utilizar uma escala de opinião do tipo Likert, composta por um conjunto de assertivas nas quais os respondentes são forçados a se polarizar dentro de uma escala entre 1 (concordo plenamente) e 5 (discordo plenamente), sendo que o 3 (indiferente) representa uma situação intermediária. Essa escala foi inicialmente sugerida por Rensis Likert em 1932 e seu sucesso reside “no fato de que ela tem a sensibilidade de recuperar conceitos aristotélicos da manifestação de qualidades: reconhece a oposição entre contrários; reconhece gradiente; e reconhece situação intermediária” (PEREIRA, 2001: 65). Outra vantagem deste tipo de escala está na possibilidade da existência do conteúdo semântico para representar o nível de concordância (PEREIRA, 2001). Ou seja, adotando esta escala com 5 níveis de mensuração podemos denominar cada nível associando a uma intensidade semântica como por exemplo: concordo plenamente; concordo; indiferente; discordo; e discordo plenamente. Babbie (2005) também expõe como vantagem da escala do tipo Likert a ordinalidade não ambígua das categorias de respostas, já que estas são previamente determinadas, evitando assim que os respondentes criem as suas próprias respostas. Caso não houvesse essa característica, como poderíamos julgar as forças relativas das respostas “concordo até certo ponto” e “concordo em quase tudo” de diferentes respondentes. Assim, sem essa característica, seria impossível conseguir avaliar a concordância das forças relativas das respostas dos vários respondentes (BABBIE, 2005).

No nosso caso, as assertivas que formam o questionário envolvem concepções sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e suas relações sociais baseadas no enfoque CTS. A quantidade de assertivas presentes no questionário está relacionada com o conforto do respondente e conseqüentemente com um maior empenho deste em suas respostas, afinal, um questionário muito extenso causaria cansaço e dessa forma a confiabilidade das respostas das últimas assertivas presentes poderiam ser prejudicadas. Por outro lado, uma quantidade de assertivas mínima é exigida a fim de

se conseguir abranger as dimensões de análise pretendidas.

3.2. EMBASAMENTO CONCEITUAL DO QUESTIONÁRIO (REFERENCIAL TEÓRICO AMPLO)

Uma primeira etapa para a construção do questionário foi determinar o referencial teórico a ser utilizado para as dimensões envolvidas nas relações CTS a fim de nos auxiliar na revisão bibliográfica realizada sobre o assunto. Para tal, optamos por utilizar em princípio as nove (9) dimensões de análise propostas por Aikenhead em seu questionário VOSTS (AIKENHEAD & RYAN, 1992). Neste questionário, a representação da dimensão 3 foi deixada em aberto para futura denominação, sugerida posteriormente no questionário COCTS (VÁZQUEZ *et al.*, 2006a). Por fim, o Quadro 01 apresenta as dimensões de análise propostas no VOSTS, com a adição da dimensão 03 proposta no COCTS.

Definições
1. Ciência e Tecnologia
3. Influência Triádica
Sociologia Externa da Ciência
2. Influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia
4. Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade
5. Influência da Ciência Escolar na Sociedade
Sociologia Interna da Ciência
6. Características dos Cientistas
7. Construção Social do Conhecimento Científico
8. Construção Social da Tecnologia
Epistemologia
9. Natureza do Conhecimento Científico

Quadro 01 – Dimensões de Análise propostas no VOSTS e COCTS
(AIKENHEAD & RYAN, 1992; VÁZQUEZ *et al.*, 2006a)

A fim de caracterizar e delimitar (dar significado para) a representação de cada uma das dimensões expostas no Quadro 01, foi proposto no VOSTS (AIKENHEAD & RYAN, 1992) e complementado no COCTS (VÁZQUEZ *et al.*, 2006a) um esquema conceitual que abre cada uma dessas dimensões em categorias de análise. Através de uma revisão bibliográfica de alguns dos principais livros e artigos sobre filosofia e sociologia da ciência propomos uma representação para algumas dessas categorias de análise envolvidas, bem como a inclusão de algumas outras consideradas relevantes.

1. Definições de Ciência e Tecnologia
101. Definição de Ciência
102. Definição de Tecnologia
103. Definição de P&D
104. Interdependência da ciência e tecnologia
105. Objetivo da Ciência*
2. Influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia
201. Governo
202. Indústria
203. Forças Armadas
204. Ética
205. Instituições Educativas
206. Grupos de interesse
207. Influência do público em geral
208. Cultura da sociedade*
3. Influência Triádica
301. Interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade
4. Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade
401. Responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos
402. Contribuição para a tomada de decisão de âmbito social
403. Criação de problemas sociais
404. Resolução de problemas sociais e práticos
405. Contribuição para o bem estar econômico
406. Contribuição para o poderio militar
407. Contribuição para o modo social de pensar
408. Contribuição para o modo de vida*
5. Influência da Ciência Escolar na Sociedade
501. Aproximação das duas culturas mencionadas por C. P. Snow
502. Reforço do poder do indivíduo enquanto cidadão
503. Caracterização escolar da ciência
6. Características dos Cientistas
601. Motivação pessoal
602. Valores
603. Ideologias
604. Competências necessárias a um cientista
605. Efeito de gênero (sexo) no processo e no produto da ciência
606. Menor representação ou adesão de mulheres à profissão
7. Construção Social do Conhecimento Científico
701. Coletivização da ciência
702. Decisões científicas
703. Comunicação profissional entre cientistas
704. Interação profissional num contexto de competição
705. Interações sociais
706. Influência do indivíduo no conhecimento científico
707. Influências nacionais nos conhecimentos científicos e técnicos
708. Ciência privada <i>versus</i> ciência pública
8. Construção Social da Tecnologia
801. Decisões tecnológicas
802. Imperativos e autonomia tecnológicos
9. Natureza do Conhecimento Científico
901. Natureza das observações científicas

902. Natureza dos modelos científicos
903. Natureza das classificações científicas
904. A natureza ensaística do conhecimento científico
905. Hipóteses, teorias e leis
906. Abordagens científicas do processo de pesquisa ou de investigação
907. Precisão e incerteza do conhecimento científico e tecnológico
908. Raciocínio Lógico
909. Uniformidade do conhecimento científico
910. Status epistemológico do conhecimento científico (questionamento da lógica positivista)
911. Paradigmas <i>versus</i> coerência conceitual através das diversas disciplinas
912. História da ciência*
913. Trabalho Científico*

Quadro 02 – Categorias referentes às dimensões de análise (as categorias com * foram adicionadas após revisão bibliográfica, não estando presentes nos esquemas conceituais do VOSTS e COCTS)

3.3. ABRANGÊNCIA DO QUESTIONÁRIO (FOCO DE AÇÃO)

Os questionários VOSTS e o COCTS possuem em comum o objetivo de buscar as concepções existentes no público em geral sobre o desenvolvimento científico e tecnológico bem como suas relações com a sociedade através de um enfoque CTS. Como consequência desse amplo objetivo, ambos os questionários são demasiadamente extensos a fim de abranger as dimensões propostas pelo esquema conceptual anteriormente descrito (Quadro 02). O questionário VOSTS possui mais de cem perguntas com no mínimo 5 alternativas cada uma. O COCTS, que tem como base para sua construção o VOSTS, possui cem perguntas, entretanto, ao ser aplicado ele sofre cortes a fim de facilitar e delimitar sua ação (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2006b).

Com o intuito de criar um instrumento de medida de fácil aplicação e que possua um objetivo específico de relevância, não se resumindo a um simples recorte dos questionários já existentes, optamos por direcionar o nosso esquema conceitual para dimensões que resultem numa ação democrática nas decisões de cunho científico e tecnológico. Seguindo este caminho, Auler & Delizoicov (2001) utilizam, como base para o seu referido trabalho, o *mito da neutralidade científica* afirmando que este não combina com postulações democráticas. Os autores referem-se ainda que o mito da neutralidade científica pode ser manifestado através de outros três mitos de análise mais direta: *a superioridade dos modelos de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia e o determinismo tecnológico.*

A fim de entender as relações entre a sociedade e o conhecimento científico e, conseqüentemente, os entraves que afastam a ciência e a tecnologia de seu contexto histórico-social, optamos por focar a ação de nosso trabalho nestes três mitos. A seguir, realizaremos um breve relato individual sobre estes mitos e suas conseqüências para o diálogo entre a ciência, a tecnologia e a sociedade a fim de propor a delimitação de ação a cada um deles. Por fim, explicitamos a abrangência pretendida com o instrumento de análise através da conseqüência que a aparente neutralidade científica produz sobre a tomada de decisões. Para uma compreensão geral do contexto que envolve esses três mitos e suas conseqüências no cotidiano histórico-social conferir os capítulos iniciais desta dissertação.

3.3.1. SUPERIORIDADE DOS MODELOS DE DECISÕES TECNOCRÁTICAS

Com forte legitimação perante a sociedade, o discurso científico é visto como sendo melhor que outros tipos de discurso. Sua superioridade se faz presente em argumentações do tipo “está comprovado cientificamente” e “a observação nos prova isso”, aceitos sem questionamento algum.

Considerada livre de controvérsias e de interesses pessoais, a população se volta para a ciência a fim de que esta responda qual é a melhor decisão a ser tomada em determinadas problemáticas sociais. Fourez (1995), inclusive, compara esse poder da ciência na sociedade ocidental atual com aquele que a Igreja possuía na Idade Média e que permitia a execução de pessoas na fogueira sob o argumento de que “era a vontade de Deus”.

Entretanto, o modelo de decisão tecnocrata não é o único e muito menos o mais democrático. O poder de verdade absoluta que permeia o ideário científico pode ser questionado e a ciência pode ser entendida como mais uma das várias instituições sociais presentes em nossa sociedade atual. Por detrás de suas “descobertas” há valores muitas vezes escondidos em discursos dogmáticos e autoritários.

Após este breve relato, podemos nos referir ao entendimento deste mito e sua conseqüente justificativa através da análise de dois questionamentos fundamentais. O

primeiro referente aos cientistas como os mais aptos ou não a tomarem decisões tanto científicas e tecnológicas quanto sociais. Este questionamento está diretamente relacionado com a crença ou não do mito. O segundo questionamento, referente à aceitação dogmática da lógica científica, possui o intuito de servir de subsídio para um melhor entendimento do resultado do primeiro questionamento. Ou seja, como descrito anteriormente, a crença na superioridade do discurso científico pode estar relacionada com a legitimidade que seus métodos possuem perante a sociedade. Estes dois questionamentos serviram de base para a escolha das assertivas de representatividade deste mito.

3.3.2. PERSPECTIVA SALVACIONISTA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A forte legitimação da ciência e da tecnologia perante a sociedade como verdade absoluta faz a população pensar que problemas sociais como a fome, a poluição e a violência serão resolvidos com o advento de “novas descobertas tecnológicas”. São as maravilhas tecnológicas que salvam vidas e aparecem todos os dias nos meios de comunicação. Um modo de vida que nos tornou dependentes dos artefatos tecnológicos como o automóvel, o celular e o computador e que nos mostra todo o poder que a ciência e a tecnologia possuem.

Se somos incapazes de nos organizar adequadamente a nível social para acabar com a fome da África, com a poluição produzida pelas fábricas em todo o mundo e com a violência urbana que assusta as grandes cidades, por quê não depositarmos nossas esperanças nessa grandiosa ciência que se mostra tão poderosa? Aliado a esse raciocínio, a visão de que o desenvolvimento científico e tecnológico é livre de interesses particulares contribui para a criação de um ideário salvacionista do mundo. Visões alarmistas e negativas como a destruição do planeta por bombas atômicas ou a contaminação de milhares de pessoas por agrotóxicos ficam para um segundo plano com as promessas de superação trazidas pela ciência e pela tecnologia.

Dessa forma, para nos orientarmos na representatividade deste mito, focamos sua ação em três questionamentos: a ciência com sendo sempre benéfica; a preocupação dos cientistas em relação aos efeitos de suas pesquisas e; as soluções

científicas propostas para os problemas de cunho social. Novamente, o primeiro questionamento está relacionado diretamente com a crença ou não do mito. O segundo questionamento pretende verificar se há o ideário de que o caráter benéfico se faz presente antes ou não das “descobertas”, enquanto o terceiro questionamento procura mapear os limites entendidos para a ação da ciência e da tecnologia em problemas nitidamente sociais.

3.3.3. DETERMINISMO TECNOLÓGICO

A premissa do determinismo tecnológico centra-se na defesa de que a tecnologia possui autonomia perante a sociedade. As soluções tecnológicas são únicas e seguem o caminho do progresso sem interferências externas. O único contato entre a tecnologia e a sociedade seriam as mudanças sociais causadas por seus artefatos. Enfatiza-se esta linha de raciocínio através da concepção linear de desenvolvimento na qual o desenvolvimento científico ocasiona em desenvolvimento tecnológico e, conseqüentemente, em desenvolvimento econômico e social. Da mesma forma que a tecnologia, imagina-se a ciência como uma linha reta de acúmulo de conhecimentos. Como exemplo, seria como afirmar que seres extraterrestres mais avançados que nós entenderiam necessariamente o som como ondas mecânicas, não permitindo a hipótese de haver outros modelos científicos (entendimentos) possíveis para justificar a propagação de sons, ou mesmo, a representação do que é o som.

Sem interferência social na ciência e tecnologia, há um único caminho a ser seguido, o do progresso. Há os que são contra e os que são a favor do progresso - ou mesmo, há os que são modernos e os que querem voltar para a idade da pedra. Qualquer tentativa contra o progresso científico ou tecnológico é visto como uma afronta às maravilhas que estes já trouxeram para a nossa sociedade.

Todo este contexto expresso fortalece o poder da ciência e da tecnologia perante a sociedade. É como se a ciência e a tecnologia não fizessem parte de nossa cultura, do nosso modo de ver o mundo. O determinismo tecnológico caminha em sentido contrário a uma sociedade mais democrática, pois centraliza poderes, fornece discursos dogmáticos e cria crenças que condicionam decisões.

Para delimitarmos a ação deste mito no instrumento de medida utilizamos quatro questionamentos como base. O primeiro referente ao próprio mito centra-se na crença de que a ciência e a tecnologia possuem um caminho único e natural de desenvolvimento, por exemplo, os transgênicos são um avanço natural e que não podem ser barrados, não há outro caminho possível para o progresso da sociedade. A fim de entender melhor as características que levam a essa crença, adicionamos mais dois questionamentos, a linearidade do desenvolvimento e a ciência e a tecnologia como conhecimentos acumulativos (um conhecimento novo se soma ao anterior). Por fim, e com a finalidade de questionar a percepção de valores sociais na produção científica, adicionamos assertivas relacionadas com a possível influência externa presente na ciência e na tecnologia.

3.3.4. A CONSEQÜENTE NEUTRALIDADE DOS TRÊS MITOS NA TOMADA DE DECISÕES

Por fim, estes três mitos explicitados se relacionam à crença de que a ciência e a tecnologia são neutras e, dessa maneira, produz reflexo nos debates éticos que as envolvem. O pensamento de que uma descoberta científica não é a princípio nem boa nem má e sim que isso depende do seu uso (ou de quem a usa) cria a falsa impressão de que seu desenvolvimento é livre de valores sociais. Com isso, a tendência é somente avaliar o impacto de determinada descoberta científico-tecnológica após o seu desenvolvimento.

Numa visão crítica, considera-se que o desenvolvimento científico-tecnológico é condicionado por valores sociais, estando o mais destacado atualmente ligado ao consumismo propagado pelo capitalismo. A ciência e a tecnologia produzidas estão voltadas em grande parte para aumentar o lucro, o rendimento de processos industriais e, conseqüentemente, a concorrência entre empresas e países. Seguindo essa linha de pensamento, através dos valores que condicionam as suas “descobertas”, é possível que o controle exercido sobre a ciência e a tecnologia seja realizado antes de sua descoberta. Segundo Dagnino (2006), este é o divisor de águas entre duas linhas de pensamento CTS que possuem reflexo na educação e que determinam a abrangência das discussões éticas. Como exemplo, podemos citar os transgênicos, com debates

éticos puramente científicos (seus impactos ambientais) se contrapondo a debates éticos sociais (quem realmente se beneficia com a sua liberação). A fim de situar a ação das argumentações científicas, Fourez (1995) propõe que os debates éticos devem se centrar na pergunta “que tipo de sociedade queremos viver?”, um tipo de questionamento que nem a ciência nem a tecnologia podem nos responder, pois seus limites de ação terminam na descrição das possibilidades.

3.4. EMBASAMENTO CONCEITUAL DO QUESTIONÁRIO (REFERENCIAL TEÓRICO RESTRITO)

A partir da delimitação de ação do instrumento, podemos agora definir o referencial teórico utilizado para a construção do questionário. Sendo os três mitos anteriores os pilares do instrumento de análise, delimitamos suas representações e ações através das assertivas presentes no quadro 03 selecionadas a partir dos questionamentos propostos em 3.3.1.; 3.3.2.; 3.3.3.. Consideramos que estes questionamentos realizados são as categorias de análise para o entendimento de cada um dos mitos expressos. Como resultado, obtivemos o esquema conceitual representado no Quadro 03 e o instrumento de análise (Apêndice):

Mitos Referenciais	Categorias de Análise	Assertivas
Superioridade dos modelos de decisões tecnocráticos	Quem está mais apto a tomar decisões	Os cientistas possuem conhecimento para tomar decisões científicas melhor do que as pessoas comuns. (VOSTS & COCTS)
		As políticas públicas são melhores quando decididas por especialistas. (RB)
		A ciência deve decidir o que é comportamento ético. (RB)
		As decisões morais se relacionam com a ciência e a tecnologia. (VOSTS & COCTS)
		O discurso científico é utilizado para controlar a sociedade. (RB)
	Questionamento da lógica científica	A ciência explica o verdadeiro funcionamento da natureza. (RB)
		Os modelos científicos representam fielmente a realidade. (VOSTS & COCTS)
		A rejeição dos modelos científicos ocorre apenas por critérios experimentais. (RB)
		Uma hipótese errada de uma dada teoria invalida esta teoria. (RB)
		Os cientistas não cometem erros porque seu trabalho é lógico. (VOSTS)
		As leis, hipóteses e teorias científicas são invenções dos cientistas para descrever a natureza. (VOSTS & COCTS)
		Para uma teoria científica ser válida esta deve ser aceita pela comunidade científica. (RB)

Perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia	Ciência e Tecnologia sempre benéficas	O conhecimento científico faz deste mundo um lugar melhor para se viver. (VOSTS & COCTS)
		Entendendo melhor a natureza viveremos num mundo melhor. (VOSTS)
		Uma nova tecnologia só é utilizada se for segura. (VOSTS)
		Nenhuma tecnologia é maléfica a priori, isto depende de seu uso. (RB)
	Preocupação dos cientistas em relação aos efeitos de suas pesquisas	Os cientistas se preocupam com os efeitos de suas descobertas. (VOSTS)
		Os cientistas não conseguem prever de antemão os efeitos negativos de uma nova descoberta científica. (VOSTS)
	Questionamento das soluções científicas para problemas sociais	Devemos investir menos em ciência e mais em questões sociais como o desemprego. (VOSTS)
		A ciência e a tecnologia podem resolver problemas sociais como a pobreza. (VOSTS)
		A ciência e a tecnologia podem resolver problemas ambientais como a poluição. (VOSTS)
		A ciência e a tecnologia resolverão os problemas sociais. (VOSTS)
As indústrias de alta tecnologia aumentarão a quantidade de novos empregos nos próximos anos. (VOSTS)		
Determinismo tecnológico	Linearidade do desenvolvimento	É essencial investir em ciência para que se possa fazer avanços tecnológicos. (VOSTS & COCTS)
		Desenvolvimento tecnológico gera desenvolvimento social. (COCTS)
	Influência externa na ciência e tecnologia	Nenhum grupo social exerce influência nas decisões científicas e tecnológicas. (VOSTS)
		Deve-se desprezar os componentes econômicos na prática científica. (RB)
		Opiniões ou valores pessoais não influenciam as teorias científicas. (VOSTS & COCTS)
	Ciência e tecnologia como conhecimentos puramente acumulativos	Os cientistas concordam sobre o significado dos conteúdos científicos ensinados na escola. (RB)
		Novos conhecimentos científicos se somam aos antigos sem contradizê-los. (VOSTS & COCTS)
	Desenvolvimento científico e tecnológico como caminho único possível (determinismo)	A ciência deve pesquisar sobre os transgênicos para conseguir progredir. (RB)
		A clonagem humana é um caminho natural do desenvolvimento científico. (RB)
		Diferentes disciplinas científicas observam da mesma forma um mesmo fenômeno científico. (VOSTS)

Quadro 03 – Esquema conceitual utilizado para a construção do instrumento de análise. As assertivas identificadas com (RB) são originárias da revisão bibliográfica realizada. As identificadas com (VOSTS) e (COCTS) são originárias de seus respectivos questionários. Aqui já estão presentes as mudanças decorrentes da validação semântica especificada a seguir.

3.5. A VALIDAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A validação do questionário aplicado foi realizada por dois processos distintos, sendo uma realizada antes da aplicação do questionário e outra após. A validação realizada após a aplicação do questionário será especificada no capítulo a seguir como

parte da confiabilidade do uso da análise fatorial.

Antes de aplicar o questionário, foi realizada uma validação semântica deste com o intuito de evitar que uma mesma assertiva possa ter mais de uma interpretação. Isto porque, caso os respondentes entendam de forma diferente o significado de determinada assertiva, a interpretação desta na análise fatorial é prejudicada. A validação semântica também é útil para que a linguagem utilizada no questionário fique mais próxima da linguagem dos respondentes e assim o entendimento das assertivas seja facilitado, não causando fadiga e incompreensão por parte dos respondentes.

Para a realização desta validação semântica foram utilizados dois grupos distintos de público. Um primeiro composto por especialistas em Ensino de Ciências e um segundo composto por possíveis respondentes, no nosso caso, professores da educação básica.

A seguir, no quadro 04, relacionamos as experiências tanto dos especialistas quanto dos professores possíveis respondentes consultados para a validação semântica:

Grupo	Experiência
Especialista	Licenciado e bacharel em física com mestrado e doutorado em Educação. Diversos trabalhos publicados em ensino de ciências, formação de professores, ensino de engenharia e avaliação educacional.
Especialista	Possui graduação e mestrado em engenharia mecânica e doutorado em educação. Possui publicações nas áreas de ensino de ciências, ensino de tecnologia, ensino de engenharia e ensino construtivista.
Possível respondente	Licenciada em letras e professora substituta da rede municipal de ensino há um ano.
Possível respondente	Licenciado em física e professor da rede estadual de ensino há cinco anos.
Possível respondente	Licenciada em história e professora da rede estadual de ensino há 17 anos.

Quadro 04 – Experiências dos especialistas e dos possíveis respondentes consultados para a validação semântica do questionário.

O questionário só foi aplicado após realizada as mudanças sugeridas pelos especialistas e pelos possíveis respondentes. A versão aplicada está presente no apêndice desta dissertação.

4. ANÁLISE QUANTITATIVA DO INSTRUMENTO APLICADO

A análise dos dados provenientes do questionário aplicado foi realizada através de duas etapas: uma análise fatorial e uma discriminação. A finalidade da primeira análise foi a de permitir que observemos fatores ou variáveis latentes (não presentes diretamente) no questionário, além de nos auxiliar na identificação das assertivas mais representativas para cada uma dessas variáveis latentes. Já com a discriminação de grupos foi possível verificar se há diferenças nas respostas entre grupos distintos de respondentes. A seguir, iremos primeiramente caracterizar o grupo de respondentes estudado para posteriormente descrever com mais detalhes cada uma das análises que foram realizadas.

4.1. ANÁLISE DESCRITIVA DOS RESPONDENTES

Sendo uma das premissas deste trabalho a necessidade de adoção por parte do Ensino de Ciências, bem como da Educação em geral, de conceitos relacionados às interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, optamos por trabalhar com professores da Educação Básica. Dessa forma, podemos mapear e caracterizar as relações CTS que estão permeando o nosso ensino. Considerando ainda que o nosso estudo é exploratório e visa construir uma base teórica para futuros trabalhos relacionados à temática, com a validação de um questionário sobre o assunto, optamos por restringir o público de respondentes a professores que lecionam no município de Campinas e que são professores da rede pública estadual de São Paulo. Mais especificamente, o grupo de professores pesquisados pertence às Diretorias Regionais de Ensino Campinas Leste e Oeste. Dessa forma, todos os resultados e conclusões obtidos neste trabalho são restritos ao grupo pesquisado, devendo-se evitar qualquer generalização.

O total de respondentes foi de 250 professores. Entretanto, para a realização da análise fatorial foi utilizada a função *listwise*, que exclui todos os respondentes com alguma assertiva não respondida ou anulada (resposta dupla). Com essa função, a quantidade de respondentes envolvidas na análise fatorial foi de 195, ou seja, 55

respondentes possuíam no mínimo uma assertiva não respondida ou com resposta dupla.

Para o estudo de diferenças de respostas em função do grupo característico do respondente, trabalhamos com dois tipos de categorização: idade e área que leciona/de formação. No caso da idade, dividimos os respondentes em três grupos. O primeiro, com professores de 34 anos ou menos e que se constituiu de 61 respondentes. O segundo grupo possuía idade entre 35 e 44 anos e contou com 78 respondentes. O terceiro grupo, referente a idade acima de 45 anos, foi composto de 81 respondentes. Um total de 30 respondentes não colocou a idade que possuía ao responder o questionário, não sendo considerados ao analisarmos diferenças pontuais nas assertivas entre os grupos.

A outra categoria utilizada foi a área que leciona e/ou a área de formação que denominaremos somente de área que leciona. Separamos esta categoria em quatro grupos, sendo um relativo ao ensino fundamental I (de 1ª a 4ª séries) e os outros três em áreas do conhecimento conforme propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998): ciências da natureza e matemática; ciências humanas e; linguagens e códigos. O primeiro grupo denominado de pedagogia é composto por professores formados em pedagogia, magistério de nível médio ou normal superior e que trabalham com alunos de 1ª a 4ª séries do ensino fundamental. Este grupo contou com 58 respondentes.

O grupo de ciências da natureza e matemática envolveu professores que lecionam alguma das disciplinas relacionadas à área: matemática, física, química, biologia ou ciências. Dos que responderam a área de formação, esta condiz com a área que leciona, mas não necessariamente a disciplina que leciona. Por exemplo, alguns professores de matemática lecionam também a disciplina física. O total de respondentes neste grupo foi de 85.

O terceiro grupo desta categoria, ciências humanas, são professores que lecionam a disciplina de geografia, história, sociologia e/ou filosofia. A área de formação dos professores deste grupo também corresponde à área que lecionam. Fazem parte

deste grupo 34 professores que responderam ao questionário.

Por fim, o grupo de linguagens e códigos contou com professores que lecionam as disciplinas de língua portuguesa, língua inglesa, redação, artes e educação física. A formação dos professores deste grupo, que responderam as duas variáveis categóricas “Disciplina que leciona” e “Formação” se restringiu à própria disciplina que leciona. O total de respondentes desta categoria foi de 69. Somente 4 respondentes deixaram de colocar as duas variáveis categóricas relacionadas a esta divisão por área que leciona, sendo eles não considerados nas análises de diferença de polarização das assertivas entre os grupos desta categoria.

4.2. ANÁLISE FATORIAL

A principal finalidade da análise fatorial é a identificação de um menor número possível de variáveis não correlacionadas que, de algum modo, englobem as informações originais (MINGOTI, 2005). Assim, no caso de uma análise fatorial exploratória, as variáveis independentes (assertivas) são organizadas, de acordo com as suas correlações, em fatores (variáveis latentes) não previstos inicialmente (PEREIRA, 2001). Desta maneira, a utilização da análise fatorial se faz apropriada quando se pretende reduzir a dimensionalidade de caracterização, permitindo organizar a maneira com que os sujeitos interpretam determinado problema (PESTANA & GAGEIRO, 2000).

A análise fatorial conduz a resultados mais estáveis quando aplicada para uma quantidade maior de sujeitos (respondentes). Assim sendo, fazemos valer a regra prática de que a quantidade de respondentes deve ser 5 vezes maior do que a quantidade de assertivas presentes no questionário (PESTANA & GAGEIRO, 2000; HAIR *et al.*, 2005). É importante lembrar que a análise fatorial trabalha com a escala de 5 níveis do questionário tipo Likert, caminhando desde a concordância plena das assertivas até a discordância plena, conforme já descrito anteriormente.

O tratamento dos dados foi realizado através do *software* SPSS® (*Statistical Packet for Social Sciences*), tido como referência para análises quantitativas do tipo

utilizadas em nosso trabalho. Os dados obtidos com o questionário foram analisados de forma quantitativa segundo o método de análise fatorial de componentes principais, a fim de relacionar diretamente os sujeitos (os respondentes) com as variáveis independentes (suas respostas em relação às assertivas) (ESCÓFIER & PAGÈS, 1992). A análise foi realizada utilizando os métodos VARIMAX, QUARTIMAX e EQUAMAX de matriz rodada a fim de verificar qual permitia melhor interpretação dos fatores obtidos. No nosso caso, o método VARIMAX se mostrou mais estável e com fatores mais coerentes (sem fatores com uma única variável). A escolha pelo melhor método foi determinada através do Alpha de Cronbach de cada um dos fatores obtidos e este será detalhado posteriormente na análise dos dados. No decorrer da análise, foram descartadas 10 assertivas inicialmente propostas permitindo uma melhor correlação das assertivas restantes, diminuindo a quantidade de fatores obtidos e fornecendo uma análise mais estável. Este é um segundo tipo de validação do questionário realizado após a aplicação do questionário conforme citado no tópico 3.5. Dedicaremos, mais à frente, um tópico específico para justificar a exclusão destas assertivas e especificar melhor esta validação.

Para a realização da análise fatorial com segurança sobre os resultados obtidos e também para que tenhamos mais possibilidades de interpretação, foi necessário que fizéssemos anteriormente ao menos quatro testes. A seguir, iremos descrever cada um deles.

4.2.1. TESTES REFERENTES AO MÉTODO

Primeiramente, averiguamos a distribuição de frequências das variáveis independentes, ou seja, a sua normalidade. Ainda que não seja pressuposto necessário para a realização da análise fatorial, as distribuições muito enviesadas, como a existência de *outliers*¹³, podem distorcer os resultados (PESTANA & GAGEIRO, 2000). Dessa forma, utilizamos o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a aderência dos dados à distribuição normal. Um nível de significância de 5% é suficiente para o objetivo que temos. No nosso caso, a significância de todas as variáveis foi inferior a 0,001.

¹³ Dados que não se ajustam ao modelo e que podem ter sua origem em fatores externos como, por exemplo, respondentes que assinalam somente a alternativa “concordo plenamente” sem ao menos ler as assertivas.

Posteriormente, há dois testes que determinam a possibilidade de uso ou não da análise fatorial para o corpo de dados que possuímos. O *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* (KMO) compara as correlações simples com as parciais observadas entre as variáveis. Seu valor varia entre zero (0) e um (1), sendo que um valor próximo do zero indica que há uma correlação fraca entre as variáveis e, portanto, a análise fatorial não se firma como um bom método neste caso. Um valor KMO acima de 0,8 indica uma boa análise, ainda que valores acima de 0,6 permitam o uso desta análise com certa precaução (PESTANA & GAGEIRO, 2000; MINGOTI, 2005).

O teste de Esfericidade de Bartlett também está relacionado com a averiguação de correlação entre as variáveis. Este teste compara a matriz de correlação com uma matriz identidade (diagonal igual a 1 e todas as outras medidas igual a zero). Caso esta hipótese se verifique, não é adequado utilizar a análise fatorial para os dados obtidos, pois a falta de relação entre as variáveis ocasiona em fatores fracos ou mesmo na inexistência deles (MINGOTTI, 2005). Assim, é recomendado que o valor encontrado para a significância neste teste seja inferior a 0,05 (5%) (PEREIRA, 2001).

Os resultados tanto do KMO quanto para a esfericidade de Bartlett do modelo final adotado para a análise fatorial (já excluídas as 10 assertivas) estão especificados na tabela 01 abaixo:

Teste de Bartlett e KMO		
Medida da Adequação Amostral Kaiser-Meyer-Olkin		0,788
Esfericidade do Teste de Bartlett	Chi-Quadrado	1008,741
	df	253
	Sig.	0,000

Tabela 01 – KMO e Esfericidade de Bartlett do modelo de análise fatorial adotado

Dessa forma, um KMO igual a 0,788 é próximo de 0,8, considerado um bom valor para a realização da análise. Já o indicador 0,000 da tabela 01 indica um valor de significância $p < 0,0001$, ou seja, condizente para a realização da análise fatorial.

Por fim, verificamos ainda a consistência interna do grupo de variáveis (assertivas). Isto é necessário porque os sujeitos (respondentes) podem ter diversas opiniões. Para tal, o método de verificação da consistência interna denominado de

coeficiente Alpha de Cronbach é o mais utilizado entre os pesquisadores. É essencial salientar a importância da realização da validação semântica do questionário antes de aplicá-lo, pois um questionário confuso e que permite variadas interpretações atrapalharia a determinação deste coeficiente e conseqüentemente a sua análise.

Com o Alpha de Cronbach é possível determinar quais variáveis que eliminadas do questionário aumentariam a consistência interna do instrumento. Assim sendo, podemos reestruturar o questionário a fim de validá-lo como instrumento de pesquisa. Um valor considerado bom para o Alpha de Cronbach é acima de 0,8, entretanto, para uma análise fatorial exploratória, valores entre 0,6 e 0,8 também podem ser aceitáveis (PESTANA & GAGEIRO, 2000, MALHOTRA, 2001).

Dessa forma, utilizamos o Alpha de Cronbach como um indicador chave para a eliminação de assertivas consideradas não pertinentes. Como exemplo, o valor do Alpha de Cronbach antes da eliminação era de 0,8031, um valor considerado bom. Entretanto, após a eliminação das assertivas 04, 05, 06, 07, 13, 14, 17, 20, 29 e 33, o Alpha de Cronbach resultante foi de 0,8084. Ou seja, após estas eliminações, a consistência interna do instrumento de medida foi aumentada ligeiramente. Este mesmo teste será utilizado para verificar a consistência interna de cada um dos fatores obtidos com a análise fatorial.

4.2.2. ANÁLISE DOS DADOS

O objetivo da análise fatorial exploratória é reduzir a dimensionalidade dos dados aproximando variáveis que se relacionam entre si em fatores não-correlacionados. O *software* SPSS® nos auxilia a encontrar esses fatores, entretanto há certos critérios de julgamento para determinar se esses fatores explicam a variância dos nossos dados bem como quais são as variáveis que estão sendo representadas por esses fatores de forma significativa.

Um primeiro critério é o de Kaiser, que tem como propósito verificar se os fatores propostos representam ao menos a informação de variância de uma variável original (MINGOTI, 2005). Para tal, é proposto que o valor próprio (*eigenvalue*) de cada um dos fatores seja maior que 1,0 (ESCÓFIER & PAGÈS, 1992). De posse desses fatores

significativos, é preciso verificar se estes explicam a maior parte da variância total das respostas obtidas. Um valor desejável, ainda que não crítico, é que a variância total referente aos fatores significativos seja superior a 60%, ou seja, que os fatores encontrados expliquem ao menos 60% dos nossos dados (PEREIRA, 2001; HAIR *et al.*, 2005). A seguir, com a tabela 02, podemos observar que a variância explicada pelos fatores obtidos com a normalização de Kaiser foi de 58,226%, bem próxima da recomendada.

Variância Total Explicada – Fatores Maiores que 1,0 (Kaiser)			
Fator	Extração das Somas dos Quadrados		
	Total	% de Variância	% Acumulada
1	4,719	20,516	20,52
2	2,437	10,597	31,11
3	1,486	6,460	37,57
4	1,349	5,866	43,44
5	1,252	5,445	48,88
6	1,092	4,749	53,63
7	1,057	4,594	58,23

Método de Extração: Análise de Componentes Principais.

Tabela 02 – Variância total explicada pelos fatores obtidos com a normalização de Kaiser.

Podemos perceber, ainda, que tivemos como resultado 7 fatores com normalização de Kaiser acima de 1,0. Serão através destes fatores que iremos caracterizar o ideário sobre as interações CTS existentes no grupo estudado.

Posteriormente, determinamos quais são as variáveis que compõem cada um dos fatores obtidos. Através das cargas fatoriais das variáveis mais significativas para cada fator determinamos a representatividade deste. Um valor tido como base para a realização de um corte é de 0,400 para um tamanho de amostra de 200 sujeitos (HAIR *et al.*, 2005). Desta maneira, caso um fator não possua nenhuma variável com valor superior a este, ele pode ser descartado. O mesmo pode ser feito se um fator for constituído por somente uma variável e esta possui uma carga fatorial maior relacionada com outro fator (MINGOTI, 2005). Estes são exemplos de tomadas de decisões relacionadas à aceitação dos fatores encontrados, entretanto, avaliamos a pertinência de ação em cada caso estudado, não sendo estas atitudes regras gerais. Como exemplo, pode-se discutir a pertinência ou não de se ter um fator com somente

uma variável presente, ou seja, o quanto esse fator auxilia na diminuição da dimensionalidade e no entendimento do problema que está sendo trabalhado (PESTANA & GAGEIRO, 2000).

A tabela 03 a seguir nos fornece os fatores e as respectivas assertivas que os compõem. Para facilitar a visualização, a ordem das assertivas foi mudada para que as que fizessem parte de um mesmo fator ficassem juntas. Os valores presentes na tabela são referentes à representatividade das assertivas com o fator no qual elas se encontram. Podemos observar que algumas assertivas possuem representatividade em mais de um fator (as assertivas 28 e 32). Isso ocorre porque o corte realizado foi de 0,400, entretanto, caso não fosse realizado este corte, perceberíamos que todas as assertivas possuem representatividade em mais de um fator, com mais ou menos intensidade. Mesmo assim, neste tipo de análise, consideramos que cada assertiva esteja presente em somente um fator, no qual ela possui maior representatividade.

4.2.3. DISCRIMINAÇÃO DE GRUPOS

Devido à possibilidade de haver assertivas com a freqüência de concordância ou discordância significativamente diferentes em relação a grupos distintos, torna-se necessário considerarmos esta discriminação em nossa análise. A análise será realizada em função de dois tipos de variáveis categóricas: idade e área que leciona. Dividimos a variável categórica idade em três grupos com aproximadamente a mesma quantidade de respondentes: até 34 anos; entre 35 e 44 anos; acima de 45 anos. Já a variável categórica área que leciona foi dividida em quatro grupos: Pedagogia, Magistério e Normal superior; Ciências da Natureza e Matemática (ciências, física, matemática, química e biologia); Ciências Humanas (história, geografia, filosofia e sociologia) e; Linguagens e Códigos (língua portuguesa, língua inglesa, artes e educação física).

Matriz Rodada dos Fatores							
	Fatores						
	1	2	3	4	5	6	7
31) O conhecimento científico faz deste mundo um lugar melhor para se viver.	0,716						
25) Desenvolvimento tecnológico gera desenvolvimento social.	0,652						
26) A ciência deve pesquisar sobre os transgênicos para conseguir progredir.	0,637						
27) A ciência deve decidir o que é comportamento ético.	0,498						
24) A ciência explica o verdadeiro funcionamento da natureza.	0,487						
16) Nenhum grupo social exerce influência nas decisões científicas e tecnológicas.		0,766					
22) Novos conhecimentos científicos se somam aos antigos sem contradizê-los.		0,660					
30) Opiniões ou valores pessoais não influenciam as teorias científicas.		0,644					
21) Os cientistas não cometem erros porque seu trabalho é lógico.		0,620					
18) As decisões morais se relacionam com a ciência e a tecnologia.			0,696				
15) A ciência e a tecnologia podem resolver problemas sociais como a pobreza.			0,631				
28) A ciência e a tecnologia resolverão os problemas sociais.			0,605				
12) Os modelos científicos representam fielmente a realidade.			0,444				
10) É essencial investir em ciência para que se possa fazer avanços tecnológicos.				0,829			
11) A ciência e a tecnologia podem resolver problemas ambientais como a poluição.				0,672			
19) As políticas públicas são melhores quando decididas por especialistas.				0,429			
2) As indústrias de alta tecnologia aumentarão a quantidade de novos empregos nos próximos anos.					0,708		
1) Os cientistas concordam sobre o significado dos conteúdos científicos ensinados na escola.					0,680		
32) Uma nova tecnologia só é utilizada se for segura.					0,529		
9) Os cientistas se preocupam com os efeitos de suas descobertas.						0,639	
23) A rejeição dos modelos científicos ocorre apenas por critérios experimentais.						0,561	
8) As leis, hipóteses e teorias científicas são invenções dos cientistas para descrever a natureza.							0,801
3) Os cientistas possuem conhecimento para tomar decisões científicas melhor que as pessoas comuns.							0,569
Método de Extração: Análise dos Componentes Principais. Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.							
Convergência na rotação após 18 iterações.							

Tabela 03 – Matriz dos componentes (fatores) rotacionada.

Para analisar a diferenciação entre grupos distintos, em cada um dos fatores, iremos expor as diferenças através da realização de dois testes. Com o primeiro, o teste de Kruskal-Wallis, pretendemos identificar as assertivas com diferenças significativas de acordo com o grupo de idade e/ou formação à qual pertence. Este primeiro teste é necessário por que cada uma das categorias de análise possui mais de dois grupos independentes.

O segundo teste, de Mann-Whitney, é para confirmar as diferenças nas assertivas entre dois grupos independentes dentro de uma mesma categoria. Ou seja, verificar em quais grupos de dois em dois existem diferenças de polarização entre concordância e discordância. Em cada um destes testes, a significância adotada foi de 0,10 (10%), ou seja, para determinar se dois grupos possuem divergências em alguma assertiva, estes grupos devem ser parecidos em no máximo 10%.

4.3. ANÁLISE DOS FATORES OBTIDOS

A seguir iremos realizar a análise dos fatores (componentes) obtidos através da matriz rotacionada procurando interpretar o significado deste fator em função da associação das assertivas como representatividade de idéias correlacionadas (ideário) para posteriormente entender o posicionamento do público respondente frente a este ideário através da frequência de concordância e discordância deles para cada uma das assertivas. Iremos considerar, quando pertinente, a diferenciação das respostas de acordo com as variáveis categóricas expostas no tópico anterior.

Fator 01 – Determinismo tecnológico e linearidade científica

O primeiro fator englobou as assertivas **24, 25, 26, 27 e 31**, sendo que esta última possui um maior peso dentro do fator (0,716 – tabela 03). Dessa forma, é esta assertiva o ponto inicial da caracterização do fator. A consistência interna deste fator, medido através do Alpha de Cronbach (0,6809), nos permite inter-relacionar estas assertivas. Ou seja, as assertivas presentes neste fator possuem boa correlação entre si (acima de 0,6 para uma análise exploratória), sendo representáveis através de um *constructo* (idéia) , aqui denominado de *determinismo tecnológico e linearidade*

científica.

De acordo com as assertivas presentes neste fator (tabela 04), podemos perceber que a idéia de que o conhecimento científico faz deste mundo um lugar melhor para se viver (assertiva 31) está relacionada com a idéia de que o desenvolvimento tecnológico gera desenvolvimento social (assertiva 25). Essas duas assertivas estão associadas à afirmação de que para a ciência progredir é necessário que se pesquise os transgênicos (assertiva 26). Essa associação relaciona o determinismo tecnológico com a concepção linear do desenvolvimento científico (tópico 3.3.3.). Assim, pelo fato da ciência explicar o verdadeiro funcionamento da natureza (assertiva 24), esta conduz a um desenvolvimento tecnológico e posteriormente a um desenvolvimento social. E alidada a essa crença linear da ciência está a idéia de que há somente um caminho a ser seguido pela tecnologia, necessariamente pelos transgênicos.

Ainda no entendimento do ideário por trás deste fator, é pela concepção de que o conhecimento científico faz deste mundo um lugar melhor para se viver (assertiva 31) que a ciência deve decidir o que é ético (assertiva 27). Esta associação nos indica uma possível influência do racionalismo científico nas decisões éticas, ainda mais se considerarmos a inclusão da assertiva 24 neste fator. Uma lógica científica com a ética dependendo de argumentos puramente racionais, sem influências sentimentais, impulsivas e históricas.

Para uma avaliação da polarização dos respondentes em relação a esta linha de raciocínio abrangida pelo fator 01, iremos analisar a concordância a cada uma das assertivas deste fator pelo grupo respondente. Essa frequência está expressa na tabela 04 a seguir:

Assertiva	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Mediana
24) A ciência explica o verdadeiro funcionamento da natureza.	8,5%	38,6%	11,4%	32,9%	8,5%	3,00
25) Desenvolvimento tecnológico gera desenvolvimento social.	17,0%	46,6%	11,7%	17,0%	7,7%	2,00
26) A ciência deve pesquisar sobre os transgênicos para conseguir progredir.	10,6%	47,3%	16,3%	18,8%	6,9%	2,00
27) A ciência deve decidir o que é comportamento ético.	8,4%	24,0%	17,2%	35,6%	14,8%	4,00
31) O conhecimento científico faz deste mundo um lugar melhor para se viver.	13,6%	44,8%	15,6%	19,2%	6,8%	2,00

Tabela 04 – Frequência de concordância para as assertivas do fator 01.

Percebe-se, através da frequência e da mediana expressas na tabela 04, que para as assertivas **25**, **26** e **31** há uma polarização de concordância em relação à afirmação da assertiva (todas as três com mais de 57% de concordância e com no máximo 26% de discordância). Neste sentido, podemos afirmar que o grupo de respondentes estudados tende a concordar com uma idéia determinista da tecnologia e de linearidade do desenvolvimento científico, associando estas duas a uma única idéia. A base desta afirmação está em que, segundo os respondentes, é preciso pesquisar sobre os transgênicos para que necessariamente a ciência possa se desenvolver, ou seja, não há outros caminhos possíveis. Segundo os respondentes ainda, o desenvolvimento científico e tecnológico trará necessariamente um desenvolvimento social e, portanto, irá fazer necessariamente deste mundo um lugar melhor para se viver.

Ao analisar a assertiva **24**, podemos perceber a co-existência (se pensarmos que todos são professores) de duas concepções distintas. Isso porque, segundo o teste de Mann-Whitney, a concordância e discordância para esta assertiva diferencia os grupos de respondentes por área que leciona. A diferenciação ocorre entre o grupo da Ciências da Natureza e Matemática em relação aos grupos tanto da Ciências Humanas, com significância de $p = 0,023$, quanto da Linguagens e Códigos, com $p = 0,001$. O grupo Pedagogia não mostrou diferença significativa com nenhum grupo em relação a esta assertiva. Através da tabela 05, percebemos que há uma tendência nítida do grupo da

Ciências da Natureza e Matemática em concordar que a ciência explica o verdadeiro funcionamento da natureza, contrariamente aos grupos da Ciências Humanas e Linguagens e Códigos.

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Ciências da Natureza e Matemática	7	44	12	20	2	85
Ciências Humanas	4	9	2	13	6	34
Linguagens e Códigos	5	17	9	28	8	67

Tabela 05 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 24 em função da área em que leciona.

A idéia do verdadeiro funcionamento da natureza por trás da ciência para o grupo da Ciências da Natureza e Matemática pode estar relacionada à crença de que seu conhecimento só estará legitimado perante a sociedade se este for verdadeiro. Uma outra justificativa para esta valorização está na formação: enquanto nos cursos superiores ligados às Ciências da Natureza e Matemática tende-se a ensinar a ciência aceita no presente, desprezando-se teorias descartadas historicamente, os cursos de Ciências Humanas e Linguagens e Códigos possuem em seus currículos a convivência entre teorias e modelos distintos. Ou seja, enquanto na área das exatas enfatiza-se um caminho único (uma teoria geral) para o conhecimento, para os cursos de humanas não existe uma teoria única a ser seguida.

Já segundo a assertiva **27**, podemos perceber um distanciamento do poder da ciência em relação à sociedade. A ciência trabalha em prol do desenvolvimento social, porém ela não pode decidir o que é ou não ético. O grupo de respondentes caracteriza a questão ética como não sendo de alcance científico. Entretanto, é interessante perceber que uma parcela significativa de respondentes (32,4%) ainda acredita que a ciência pode determinar o que é ético ou não. Podemos, ainda, comparar essa assertiva com o posicionamento de Fourez (1995), no qual a ciência pode nos fornecer indícios sobre possíveis caminhos a seguir, porém, ela não consegue responder se estamos dispostos a assumir as conseqüências de tal escolha. Ou seja, a escolha do que é ou não ético não depende da ciência.

Fator 02 – Influência externa e erro no desenvolvimento científico

Este fator, com uma consistência interna de 0,6485, medida através do Alpha de Cronbach, é abrangido pelas assertivas **16**, **21**, **22** e **30**, sendo que a primeira possui uma influência maior na composição deste fator (0,766 – ver tabela 03). Para o entendimento do *constructo*, representado pelas assertivas deste fator, podemos perceber a correlação entre a existência ou não de influência social nas decisões científicas (assertiva 16) como sendo dependente da inserção de opiniões e valores em teorias científicas (assertiva 30). Ou seja, caso exista influência social nas decisões científicas, esta pode se dar através de valores sociais presentes em teorias científicas. Portanto, a possibilidade de erros a serem cometidos por cientistas estaria no fato de seu trabalho não ser puramente lógico (assertiva 21). Devido a esta linha de raciocínio, a relação com a assertiva 22 se situa na crença de que os novos conhecimentos vão se somar aos antigos dependendo da existência ou não de influência social na ciência.

Neste fator há dois ideários interligados, a independência da ciência em relação à sociedade e a ausência de paradigmas científicos, ambos baseados sobre o pilar de uma ciência vista como puramente lógica. A seguir, iremos analisar o posicionamento do grupo respondente em relação a este fator através das frequências de concordância expressas na tabela 06:

Assertiva	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Mediana
16) Nenhum grupo social exerce influência nas decisões científicas e tecnológicas.	3,6%	10,9%	16,2%	51,4%	17,8%	4,00
21) Os cientistas não cometem erros porque seu trabalho é lógico.	0,4%	2,0%	6,0%	52,4%	39,1%	4,00
22) Novos conhecimentos científicos se somam aos antigos sem contradizê-los.	1,6%	14,9%	9,7%	53,6%	20,2%	4,00
30) Opiniões ou valores pessoais não influenciam as teorias científicas.	5,3%	24,0%	10,2%	49,6%	11,0%	4,00

Tabela 06 – Frequência de concordância para as assertivas do fator 02.

Nitidamente, há uma tendência de discordância com as afirmações expressas pelas assertivas desse fator. Em todas as quatro a discordância (incluindo o discordo

plenamente) foi acima de 60%, sendo que a assertiva 21 chegou a mais de 90%. A concordância mais alta neste fator foi em relação à assertiva 30, que não chegou a 30%. Assim, podemos afirmar que o grupo estudado não concorda de forma positiva com a linha de raciocínio proposta para o fator 02. Ou seja, o grupo estudado não considera que a ciência se desenvolve de forma independente dos valores sociais, acreditando ser ela passível de erros por não ser um trabalho completamente lógico. Por conseguinte, podemos interpretar, à luz das assertivas deste fator, que a contradição de conhecimentos novos em relação aos antigos está na existência de erros que os cientistas podem ter cometido.

Neste último aspecto, podemos perceber uma concordância entre a opinião desse grupo de professores com relação aos trabalhos CTS, em específico a influência social na ciência e na tecnologia. Foi a noção de revoluções científicas proposta por Thomas Kuhn que permitiu a relativização do desenvolvimento científico com precedentes de influências externas. Percebemos, desta forma, um ideário coerente no grupo estudado em relação a este fator, ainda que não possamos afirmar que a contradição novo/antigo entendida se refira a teorias que não se somam (como é o caso dos paradigmas).

Através do teste de Mann-Whitney encontramos tendências diferentes em relação à idade dos respondentes para as assertivas 16, 21 e 30 e em relação à área que leciona para a assertiva 30. Nesta última, a diferença está entre a área de Pedagogia e as áreas da Ciências da Natureza e Matemática ($p = 0,066$), da Ciências Humanas ($p = 0,063$) e Linguagens e Códigos ($p = 0,009$). A tabela 07, a seguir, com a quantidade de respondentes por área de acordo com a concordância em relação à assertiva 30, nos auxilia a entender melhor essa discriminação:

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Pedagogia	6	18	6	23	4	57
Ciências da Natureza e Matemática	2	21	7	49	4	83
Ciências Humanas	2	7	4	14	7	34
Linguagens e Códigos	2	13	8	34	11	68

Tabela 07 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 30 em função da área em que leciona.

Através da tabela 07 podemos perceber que a diferença do grupo da área de Pedagogia está no equilíbrio entre a concordância e a discordância (24 respondentes contra 27 respectivamente) em relação à assertiva 30 ao invés da discordância predominante nos outros três grupos. Assim, podemos afirmar que os respondentes de pedagogia, normal superior e magistério se dividem na opinião de que valores pessoais influenciam as teorias científicas.

A assertiva 30 também é dependente em relação à categoria idade, diferenciando o grupo de até 34 anos, através do teste de Mann-Whitney, dos outros dois grupos com significância $p = 0,043$ em relação ao grupo entre 35 e 44 anos e $p = 0,003$ em relação ao grupo acima de 45 anos. Entenderemos melhor essa diferença ao analisarmos a tabela 08 a seguir:

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Até 34 anos	1	10	5	33	11	60
Entre 35 e 44 anos	3	21	8	38	8	78
Acima de 45 anos	6	24	9	33	7	79

Tabela 08 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 30 em função da idade.

A diferenciação do grupo de até 34 anos é devida a uma polarização mais forte deste grupo comparado aos outros em relação à discordância da assertiva 30. É importante perceber que os outros dois grupos também discordam da assertiva 30, entretanto não tão fortemente quanto o grupo de até 34 anos. Os três grupos possuem uma quantidade próxima de respondentes que discordam da assertiva 30, porém o grupo de até 34 anos possui menos da metade de respondentes que concordam com

esta assertiva em relação aos outros dois grupos. Podemos afirmar, portanto, que os mais jovens tendem a acreditar mais que as influências sociais interferem no desenvolvimento de teorias científicas.

O grupo de respondentes de até 34 anos também se diferencia do grupo entre 35 e 44 anos através da assertiva 16. Neste caso, a significância é de $p = 0,030$. Pela tabela 09 a seguir, podemos perceber essa diferença:

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Até 34 anos	4	4	6	30	17	61
Entre 35 e 44 anos	2	10	20	33	12	77
Acima de 45 anos	2	10	10	47	10	79

Tabela 09 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 16 em função da idade.

Novamente, a diferença entre os dois grupos está na polarização mais forte com a discordância da assertiva 16 pelos respondentes de até 34 anos (proporcionalmente em relação ao total de respondentes do grupo). Assim, há uma tendência dos professores mais jovens a acreditar mais na influência de grupos sociais nas decisões científicas e tecnológicas. Mesmo assim, os dois grupos discordam mais do que concordam com esta assertiva.

Por fim, foi verificada uma diferença entre as respostas do grupo de até 34 anos em relação ao grupo acima de 45 anos em relação à assertiva 21 com uma significância de $p = 0,009$. Através da tabela 10 podemos entender melhor essa diferenciação:

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Até 34 anos	0	1	5	21	34	61
Entre 35 e 44 anos	1	2	3	42	29	77
Acima de 45 anos	0	2	6	48	24	80

Tabela 10 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 21 em função da idade.

Todos os três grupos nitidamente tendem a discordar da assertiva 21, entretanto, o grupo de até 34 anos diferencia-se significativamente do grupo acima de 45 anos

devido a uma forte discordância. Assim, o grupo de até 34 anos tende a ser mais enfático na sua discordância em relação à afirmação de que os cientistas não cometem erros porque seu trabalho é lógico. Por não se diferenciar significativamente dos outros dois grupos e também pela tabela 10, podemos inferir que os respondentes entre 35 e 44 anos são um meio termo destes. Podemos afirmar, portanto, que quanto mais novo o professor, este tende a ser mais enfático em sua discordância sobre a não possibilidade de erro dos cientistas.

A diferenciação dos professores mais jovens em relação à intensidade de posicionamento nas assertivas 16, 21 e 30 condiz com a linha de raciocínio de que os cientistas podem cometer erros porque seu trabalho não é puramente lógico mas sim, que sofre influências sociais e pessoais. Ou seja, ainda que essa linha de raciocínio se adeqüe a todas as idades, ela se mostrou mais intensa nos professores mais jovens.

Fator 03 – Ciência e os problemas sociais

As assertivas **12, 15, 18 e 28** delimitam este fator 03. A consistência interna das assertivas deste fator, medida através do Alpha de Cronbach, é de 0,5961, ou seja, aproximadamente o mínimo recomendado de 0,6. Por ser esta uma análise exploratória, torna-se interessante a análise deste fator bem como dos resultados obtidos a partir dela.

Duas das assertivas deste fator estão relacionadas diretamente à ciência como resolução de problemas sociais. A assertiva 15 especifica um tipo de problema social, a pobreza. O intuito desta especificidade é entender como o grupo respondente relaciona um problema tipicamente econômico e social com a ciência e a tecnologia. É uma assertiva que pretende avaliar se a perspectiva salvacionista da ciência atinge níveis inalcançáveis para ela própria. Afinal, a proposta de uma solução científica para a fome não é direta, ainda que presente na mídia - caso se julgue ser esse o objetivo dos alimentos transgênicos.

A assertiva 28 se situa num nível mais genérico que a 15 ao não especificar a que tipo de problema específico estamos nos referindo, ainda que continue sendo

social. Neste contexto, associar a afirmação de que as decisões morais se relacionam com a ciência e a tecnologia (assertiva 18) pode estar relacionado ao poder que a ciência e a tecnologia possuem sobre este tipo de decisão. Poder este advindo da crença da ciência como representação fiel da realidade (assertiva 12). Podemos considerar que esta assertiva 12 é o estopim de toda a linha de raciocínio presente neste fator, afinal, por representar fielmente a realidade, quem estaria mais apta a salvar a humanidade dos problemas que nós mesmos causamos se não a própria ciência como corpo de conhecimento?

A seguir, analisaremos o posicionamento do grupo de respondentes frente a esta linha de raciocínio através da frequência de concordância em relação a cada uma das assertivas expressas na tabela 11.

Assertiva	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Mediana
12) Os modelos científicos representam fielmente a realidade.	2,4%	16,7%	20,3%	52,0%	8,5%	4,00
15) A ciência e a tecnologia podem resolver problemas sociais como a pobreza.	6,9%	39,5%	12,5%	35,1%	6,0%	3,00
18) As decisões morais se relacionam com a ciência e a tecnologia.	6,0%	23,7%	15,3%	43,0%	12,0%	4,00
28) A ciência e a tecnologia resolverão os problemas sociais.	2,8%	17,3%	20,6%	45,6%	13,7%	4,00

Tabela 11 – Frequência de concordância para as assertivas do fator 03.

Podemos perceber uma polarização de discordância para as assertivas 12, 18 e 28 com mais de 55% para cada uma delas, ainda mais se considerarmos que a concordância para cada uma destas três assertivas não atingiu os 30%, ficando próximo dos 20% para as assertivas 12 e 28. Dessa forma, percebemos que uma concepção salvacionista da ciência para os problemas sociais advinda da crença de que a ciência representa fielmente a realidade não condiz com o ideário dos respondentes.

Entretanto, na assertiva 15, há uma pequena tendência a favor da concordância em relação à discordância (46,4% contra 41,1%). Esta diferença pode ter duas

concepções como origem se as compararmos com as porcentagens da assertiva 28 (21,1% de concordância contra 49,3% de discordância). Numa primeira concepção, os respondentes acreditam que a ciência e a tecnologia podem resolver os problemas sociais (assertiva 15), porém, elas não irão resolver (assertiva 28). A segunda justificativa para essa diferença pode estar na especificação do problema social presente na assertiva 15: a pobreza. Neste caso, os respondentes não se mostram firmemente contra a concepção salvacionista. Isto porque, mesmo não acreditando que a ciência e a tecnologia irão resolver os problemas sociais, eles acreditam que a ciência pode resolver um problema como a pobreza, um problema tipicamente social e de muito difícil solução pela ciência (senão impossível sem que haja mudança na estrutura social).

Pobreza é um problema tipicamente social e não da ciência e da tecnologia, como pode vir a ser a poluição ou mesmo a deficiência física. Uma relação entre pobreza e ciência e tecnologia não é nítida e muito menos trabalhada pela mídia, ainda que em teoria se faça essa associação. Uma associação não positiva, como a diminuição de empregos com a expansão de maquinário que substitui os trabalhadores assalariados.

Dessa forma, a leve predominância de concordância (46,4%) com a assertiva 15, em comparação com a pouca concordância (20,1%) em relação à assertiva 28, enfatiza uma perspectiva salvacionista em uma situação específica: a pobreza. A discordância significativa da assertiva 15 (41,1%) envolve uma não associação entre a possibilidade de resolução de problemas sociais pela ciência e tecnologia, conforme a assertiva 28.

Continuando a comparação entre as assertivas 15 e 28, podemos perceber que, mesmo sendo contrárias, uma não reflexão sobre o que são problemas tipicamente sociais, esta permite considerar a ciência numa perspectiva salvacionista em situações inalcançáveis para ela própria. Este é um exemplo de como o ideário muitas vezes não possui uma linha de raciocínio lógica, podendo conter contradições entre abordagens gerais e específicas.

Neste fator, a assertiva 28 ainda discrimina, através de Mann Whitney, os

respondentes da área das Ciências da Natureza e Matemática com os respondentes das Ciências Humanas ($p = 0,044$) e os respondentes de Linguagens e Códigos ($p = 0,008$). Através da tabela 12, a seguir, podemos entender melhor essa discrepância:

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Ciências da Natureza e Matemática	1	24	16	36	7	84
Ciências Humanas	2	5	2	17	7	33
Linguagens e Códigos	1	5	17	35	11	69

Tabela 12 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 28 em função da área em que leciona.

Novamente, como no caso da assertiva 24 (fator 01), o grupo de Ciências da Natureza e Matemática se diferenciou dos grupos de Ciências Humanas e Linguagens e Códigos. Neste caso, o grupo da Ciências da Natureza e Matemática não se polariza tão fortemente, ainda que em sua maioria sim, contra a resolução de problemas sociais pela ciência. Há uma tendência mais forte dos respondentes das Ciências Humanas e da Linguagens e Códigos em se polarizar com mais intensidade contra uma perspectiva salvacionista da ciência. Uma possível justificativa para tal diferença pode estar na necessidade, por parte dos respondentes das Ciências da Natureza e Matemática, de valorizar a sua área de trabalho a fim de legitimá-la perante a sociedade.

Por fim, a inserção da assertiva 12 neste fator sinaliza para a correlação entre a descrença na perspectiva salvacionista, numa visão global, ser ocasionada pela relativização da ciência, não a considerando uma realidade absoluta. Por esse mesmo motivo, os respondentes se mostraram contrários à relação entre decisões morais e a ciência e tecnologia. Contrariedade esta coerente com a discordância da assertiva 27 (fator 01) referente à questão ética.

Fator 04 – Concepção linear de desenvolvimento

Este fator, através da análise fatorial, é resultado da correlação das assertivas **10, 11 e 19**. A consistência interna entre as assertivas, medida através do Alpha de Cronbach, é de 0,5490, um valor bem abaixo do recomendável de 0,6. Entretanto, se excluirmos a assertiva 19, a consistência interna do fator aumenta para 0,6853. Dessa

forma, torna-se plausível a análise deste fator considerando pertinente somente as assertivas 10 e 11. A assertiva 19 não será excluída do questionário, sendo interessante mantê-la caso este seja aplicado a outro grupo de respondentes. A análise da assertiva 19 em separado será realizada ao final deste fator.

A associação das assertivas 10 e 11 enfatiza a relação entre investimentos em ciência para a solução de problemas ambientais. É a concepção de linearidade do desenvolvimento científico presente no ideário dos respondentes, assim como o existente no fator 01. A diferença se encontra na especificidade do problema no fator 04. É a ciência e a tecnologia trabalhando para resolver um tipo de problema específico e que está sendo muito discutido na mídia, a questão ambiental. Para entender o posicionamento dos professores em relação a este ideário vamos analisar a frequência de concordância com as assertivas 10 e 11 presentes na tabela 13.

Assertiva	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Mediana
10) É essencial investir em ciência para que se possa fazer avanços tecnológicos.	56,8%	36,0%	2,4%	2,8%	2,0%	1,00
11) A ciência e a tecnologia podem resolver problemas ambientais como a poluição.	38,6%	45,9%	3,3%	9,3%	2,8%	2,00
19) As políticas públicas são melhores quando decididas por especialistas.	10,2%	39,0%	13,4%	28,9%	8,5%	3,00

Tabela 13 – Frequência de concordância para as assertivas do fator 04.

Nitidamente, a resposta para as assertivas 10 e 11 se polarizou para a concordância, com mais de 80% para cada uma delas. Se contextualizarmos a temática, ao citar que a questão ambiental está sendo amplamente discutida tanto em nível mundial quanto em nível regional, podemos extrair justificativas interessantes para essa concordância tão acentuada. Em nível mundial, o Prêmio Nobel da Paz do ano de 2007 foi entregue a um defensor de uma causa ambiental, o aquecimento global. O questionário foi aplicado entre um e dois meses antes do anúncio do ganhador do prêmio, entretanto o Nobel é reflexo de uma tendência já em voga, o grande aumento da preocupação com o meio ambiente.

Em nível regional, há pelo menos quatro anos, é desenvolvido um projeto nas escolas estaduais denominado Projeto Água. A cada ano este projeto foca uma determinada temática específica sobre o desenvolvimento sustentável, sendo que a primeira foi a água, estando presente ainda a poluição e o aquecimento global (SÃO PAULO, 2004). Assim, a temática poluição faz parte do cotidiano docente do grupo de professores estudado.

No senso comum, há dois focos de ação para o combate à poluição. Um primeiro é o bordão “faça a sua parte”, no qual cada indivíduo é responsável pelo seu consumo, devendo economizar água e energia, reciclar o lixo, usar transporte público etc. Esse foco é muito usado na educação ambiental, entretanto há questionamentos sobre a sua eficácia (JACOBI, 2004).

Por outro lado, novos desenvolvimentos tecnológicos apontam para soluções pontuais envolvidas neste problema, como por exemplo as energias limpas (solar e eólica), a dessalinização da água do mar e o reuso do lixo pelas indústrias. A crença de que a ciência e a tecnologia podem resolver os problemas ambientais é enfatizada pela concordância com a assertiva 11, podendo ser uma justificativa para a perda de eficácia da educação ambiental com foco no “faça a sua parte”. Com a concordância dos respondentes a esta assertiva podemos perceber uma certa perspectiva salvacionista para casos específicos (poluição, neste caso).

Entretanto, ambos os focos citados excluem os interesses que existem por trás de cada ação em prol do meio ambiente. É um jogo de interesses com valores distintos envolvidos, muitas vezes regidos por objetivos econômicos. Esta terceira maneira de olhar aproxima-se do enfoque CTS, principalmente no quesito tomada de decisões, ao ponto de se adicionar o meio ambiente a este enfoque, denominando-o de CTSA¹⁴ (SOLBES & VILCHES, 2004).

Já a concordância com a assertiva 10 reflete a expectativa da concepção linear de desenvolvimento. Os respondentes crêem que o desenvolvimento tecnológico ocorre somente se há desenvolvimento científico. A aproximação desta assertiva com a

¹⁴ Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

assertiva 11 confirma uma perspectiva salvacionista da ciência, com esta trabalhando em prol das melhorias ambientais. Segundo os respondentes, para se resolver a poluição é necessário que se invista em ciência.

Por fim, em relação à assertiva 19, houve uma significativa predominância da concordância (49,2% contra 37,4% de discordância) do público respondente em relação à afirmação de que especialistas tomam as melhores decisões políticas. Entretanto, os especialistas tendem muitas vezes a ultrapassar os limites de sua especialidade e opinar sobre assuntos fora do seu âmbito. Neste caso, é mais evidente a sua ação carregada de interesses próprios, como qualquer outro grupo social com menos influência. Ainda que não analisada juntamente com as assertivas deste fator 04, a assertiva 19 condiz com a assertiva 11 quando possibilita legitimidade aos cientistas nas decisões de fora do âmbito científico e tecnológico.

Há uma diferenciação significativa de respostas de acordo com a área que os respondentes lecionam em relação a esta assertiva 19. Os professores da área das Ciências Humanas discordam, segundo o teste de Mann-Whitney, dos professores das áreas das Ciências da Natureza e Matemática ($p = 0,025$) e Linguagens e Códigos ($p = 0,012$). Perceberemos melhor essa discordância através da tabela 14:

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Pedagogia	4	20	10	16	8	58
Ciências da Natureza e Matemática	8	38	8	25	3	82
Ciências Humanas	3	8	5	13	5	34
Linguagens e Códigos	10	29	10	15	4	68

Tabela 14 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 19 em função da área em que leciona.

Os professores da área de Ciências Humanas tendem a ser mais críticos sobre a opinião de especialistas em políticas públicas. Uma justificativa para tal pode ser a própria formação social com a percepção de que camadas sociais menos favorecidas também possuem seus interesses e valores que não podem ser desprezados. Contrariamente, os grupos das Ciências da Natureza e Matemática e Linguagens e

Códigos tendem a valorizar o conhecimento dos especialistas perante as outras classes sociais.

Fator 05 – Novas tecnologias e sociedade

Este fator é composto pelas assertivas **01**, **02** e **32**. De início, com uma consistência interna de 0,5259, medida através do Alpha de Cronbach, podemos concluir que este fator não nos trará um resultado confiável. Ainda assim, por ser uma análise exploratória de dados, resolvemos analisá-lo sabendo das ressalvas que devemos ter em relação às conclusões extraídas ao correlacionar as assertivas envolvidas.

As assertivas 02 e 32 envolvem a relação entre tecnologia e sociedade, no sentido dos impactos causados pelas novas tecnologias. São ressalvas ao seu uso e implementação dos interesses que estão por trás. O significado de uma tecnologia segura (assertiva 32) não foi especificado com o propósito de poder abranger tanto aspectos como a contaminação ou a disseminação de doenças quanto a concorrência entre o trabalho desenvolvido por máquinas e humanos (esta última especificada com a assertiva 02).

Em relação à assertiva 01, podemos fazer inferências e associá-la a outras duas assertivas, entretanto devido ao valor de Alpha de Cronbach não muito bom, consideramos que essa associação poderia nos trazer conclusões não confiáveis. Esta é uma assertiva que tem como intuito refletir sobre a legitimidade dos conteúdos científicos ensinados na escola, se estes conteúdos são ou não livres de controvérsias - uma visão que pode conduzir a idéias de que a ciência não comete erros ou mesmo de que não há controvérsia nos conhecimentos científicos. Conforme já justificado, analisaremos esta assertiva somente pela frequência de concordância dos respondentes sem criar associação com as outras assertivas deste fator. A seguir, na tabela 15, estão expressas as porcentagens de concordância e discordância de cada uma das assertivas deste fator:

Assertiva	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Mediana
1) Os cientistas concordam sobre o significado dos conteúdos científicos ensinados na escola.	4,6%	26,8%	23,0%	38,9%	6,7%	3,00
2) As indústrias de alta tecnologia aumentarão a quantidade de novos empregos nos próximos anos.	16,0%	32,0%	9,2%	33,2%	9,6%	3,00
3) Uma nova tecnologia só é utilizada se for segura.	11,8%	40,0%	8,6%	29,0%	10,6%	2,00

Tabela 15 – Frequência de concordância para as assertivas do fator 05.

Segundo os respondentes, com uma significativa predominância da concordância em relação à afirmação da assertiva 32 (51,8% contra 39,6% de discordância), uma tecnologia ser segura é fator determinante para que ela possa ser utilizada. Além disso, com também uma leve predominância da concordância em relação à assertiva 02 (48,0% contra 42,8% da discordância), os respondentes tendem a acreditar que a alta tecnologia não é concorrente ao desenvolvimento de novos empregos. Entretanto, é significativa a quantidade de respondentes que acreditam numa concorrência entre tecnologia e geração de empregos.

Há uma diferença de polarização em relação à assertiva 32 por parte dos respondentes dependendo de sua idade. Através do teste de Mann-Whitney, percebemos uma diferença de polarização entre os respondentes de até 34 anos e os com idade entre 35 e 44 anos ($p = 0,025$) e acima dos 45 anos ($p = 0,032$). Estes dois últimos grupos não mostraram diferenças significativas entre si ($p = 0,803$). Entenderemos melhor essa diferença ao analisarmos a tabela 16 a seguir:

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Até 34 anos	6	16	6	19	13	60
Entre 35 e 44 anos	9	33	8	20	7	77
Acima de 45 anos	7	36	4	28	4	79

Tabela 16 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 32 em função da idade.

Percebemos uma tendência de discordância (32 respondentes contra 22 que concordam) dos professores até 34 anos em relação à concepção de que uma nova

tecnologia só é utilizada se esta for segura. Diferentemente dos demais grupos que possuem predominância em concordar com a crença de que uma nova tecnologia só é utilizada se for segura. Assim, os professores mais novos tendem a ser mais críticos em relação ao caráter unicamente benéfico da tecnologia para a sociedade.

Já a assertiva 01, com um nível significativo de discordância maior que o de concordância (45,6% contra 31,4%), reflete as ressalvas por parte dos respondentes em relação à legitimação dos conteúdos científicos ensinados na escola. Uma indicação da crença de que pode haver controvérsias na comunidade científica.

Fatores 06 e 07

Os fatores 06 e 07 da análise fatorial não mostraram uma consistência interna boa entre suas assertivas. O Alpha de Cronbach do fator 06 foi de 0,2640 e do fator 07 foi de 0,2957. Por esse motivo, não é aconselhável, com o perigo de se obter conclusões erradas, tentar entender cada um desses fatores como um *constructo* único. Dessa forma, iremos analisar cada uma das assertivas envolvidas nesses fatores em separado, de acordo somente com as freqüências de concordância e discordância.

As assertivas e as respectivas porcentagens de concordância do fator 06 estão na tabela 17 a seguir:

Assertiva	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Mediana
9) Os cientistas se preocupam com os efeitos de suas descobertas.	15,8%	44,9%	14,2%	18,6%	6,5%	2,00
23) A rejeição dos modelos científicos ocorre apenas por critérios experimentais.	0,8%	21,3%	21,7%	46,7%	9,4%	4,00

Tabela 17 – Freqüência de concordância para as assertivas do fator 06.

Segundo a assertiva 09, o grupo de respondentes pesquisado em sua maioria (60,7% contra 25,1% de discordância) acredita que os cientistas se preocupam com os efeitos de suas descobertas. Esta concordância pode ser um indicativo de que os cientistas sofrem influências externas, tanto de grupos sociais quanto de valores pessoais, em suas pesquisas, conforme expressado no fator 02. Assim, segundo os respondentes, os cientistas já almejam certos objetivos pré-determinados para suas

pesquisas, preocupando-se com os efeitos de suas descobertas.

Já a assertiva 23 de certa forma rechaça a idéia de isolamento do cientista frente a sociedade ao afirmarem os respondentes em sua maioria (56,1% contra 22,1% de concordância) que a rejeição de modelos científicos não ocorre apenas por critérios experimentais. Podemos considerar coerente esta discordância com a assertiva 23 caso consideremos os resultados obtidos com o fator 02. Há mais do que somente decisões via experimentos nos modelos científicos, sendo estes também influenciados por fatores de fora do âmbito científico.

Em relação à concordância predominante na assertiva 03 (64,7% contra 26,1% de discordância) presente no fator 07 (tabela 18), podemos observar uma crença de que a ciência não é para leigos. Poucas são as pessoas que possuem conhecimento suficiente para tomar decisões científicas, já que estas são complexas de serem entendidas. Este é um indicador da possível ausência da população nas decisões científicas, mesmo ela considerando que há influência social nestas decisões.

Assertiva	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Mediana
3) Os cientistas possuem conhecimento para tomar decisões científicas melhor que as pessoas comuns.	22,4%	42,3%	9,3%	22,0%	4,1%	2,00
8) As leis, hipóteses e teorias científicas são invenções dos cientistas para descrever a natureza.	7,0%	28,7%	15,2%	36,5%	12,7%	3,00

Tabela 18 – Frequência de concordância para as assertivas do fator 07.

A assertiva 08, também presente no fator 07 (tabela 18), pode indicar uma tendência significativa de crença na concepção de ciência como verdade absoluta. Com uma discordância de 49,2% frente uma concordância de 35,7%, os professores respondentes não consideram que as hipóteses e teorias científicas são invenções dos cientistas para descrever a natureza. Em confronto com a assertiva 24 (fator 01), podemos inferir a crença entre os respondentes de que as teorias científicas já existem em um plano absoluto de realidade. Como se a natureza fosse regida por leis pré-determinadas e a ciência se incumbiria de descobri-las.

Essa assertiva 08 possui polarização diferente dependente da idade do respondente. Através do teste de Mann Whitney, foi verificado que os respondentes acima de 45 anos se diferenciam dos respondentes abaixo dos 34 anos com uma significância de $p < 0,001$ e dos respondentes entre 35 e 44 anos com $p = 0,008$. Percebemos melhor essas diferenças através da tabela 19 a seguir:

Grupo	Concordo Plenamente (1)	Concordo (2)	Indiferente (3)	Discordo (4)	Discordo Plenamente (5)	Total Respondentes
Até 34 anos	10	16	10	22	2	60
Entre 35 e 44 anos	4	24	16	24	7	75
Acima de 45 anos	2	21	5	32	19	79

Tabela 19 – Quantidade de respondentes por categoria de resposta na assertiva 08 em função da idade.

Percebemos pela tabela 19 um certo equilíbrio entre a concordância e a discordância (com número de respondentes próximos incluindo a intensidade plenamente) em relação à assertiva 08 para os grupo com idade abaixo de 34 anos e entre 35 e 44 anos. Dessa forma, podemos inferir, através da tabela 19, que a tendência de polarização para a discordância em relação à assertiva 08 é devida aos professores mais velhos. Portanto, a associação que fizemos anteriormente entre as assertivas 08 e 24 pode fazer sentido somente para os professores acima de 45 anos, não estando presente no ideário dos professores com menos de 45 anos. Uma possível justificativa pode estar na crítica à ciência como verdade absoluta ser recente, se considerarmos sua aceitação consistente na academia somente após o trabalho sobre paradigmas de Kuhn na década de 1960¹⁵. Soma-se a isso alguns anos para que os trabalhos dos acadêmicos pós-Kuhn começassem a surtir efeito na formação de professores e nos meios de comunicação social¹⁶.

Assertivas excluídas da análise fatorial

Para a construção do questionário foi realizada uma revisão teórica sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Entretanto, questões que seriam

¹⁵ No início do século XX começaram as críticas ao positivismo lógico, entretanto de maneira dispersa e com receio dos especialistas da época.

¹⁶ Se estão surtindo efeito ou como estão sendo recebidas essas críticas pela sociedade faz parte da proposta de finalização deste trabalho.

relevantes de serem entendidas segundo a teoria podem não fazer parte do imaginário do público respondente. Com isso, uma análise fatorial que possui a função de associar assertivas em fatores (*constructos*) e investigar as linhas de raciocínio do grupo de respondentes é prejudicada por assertivas não pertinentes a este mesmo grupo.

Para a realização da exclusão de assertivas a análise fatorial foi realizada diversas vezes, sempre procurando aumentar a consistência interna do questionário (Alpha de Cronbach) e o KMO. Também foi observado, para a realização da exclusão, o total de variância explicada para os fatores observados com a normalização de Kaiser. Como já mencionado, essa variância deve estar no mínimo próxima de 60%.

Por fim, e altamente determinante, foi a análise da matriz dos componentes rotacionada (tabela 03). As assertivas sem representatividade em algum fator não são significantes para a análise fatorial já que elas não se fazem presente em nenhum *constructo* de pertinência para o grupo respondente. Ou seja, não há associação com nenhuma concepção específica presente no ideário do grupo respondente. Neste sentido, fatores com uma só assertiva de representatividade significativa também não são relevantes pois não diminuem a dimensionalidade de entendimento do ideário do público estudado. Dessa forma, foi através de todas estas análises que obtivemos uma análise fatorial com sete fatores representativos (conforme tabela 03) e de boa consistência interna entre as assertivas (como já descrito no tópico 4.2.1.).

É importante voltar a afirmar que a concepção pública nem sempre é coerente, podendo haver inconsistências lógicas de acordo com a forma da assertiva, inclusive se referente a algum exemplo específico. Ainda assim, as assertivas desprezadas podem individualmente nos dar indicativos da polarização do grupo respondente frente a certas questões específicas. Por esse motivo resolvemos analisar possíveis justificativas do por quê as assertivas excluídas não foram pertinentes ao modelo inicialmente proposto. Na tabela 20 a seguir estão as assertivas excluídas da análise fatorial:

Assertiva
4) Nenhuma tecnologia é maléfica a priori, isto depende de seu uso.
5) Para uma teoria científica ser válida esta deve ser aceita pela comunidade científica.
6) Os cientistas não conseguem prever de antemão os efeitos negativos de uma nova descoberta científica.
7) Deve-se desprezar os componentes econômicos na prática científica.
13) Devemos investir menos em ciência e mais em questões sociais como o desemprego.
14) Diferentes disciplinas científicas observam da mesma forma um mesmo fenômeno científico.
17) O discurso científico é utilizado para controlar a sociedade.
20) Entendendo melhor a natureza viveremos num mundo melhor.
29) Uma hipótese errada de uma dada teoria invalida esta teoria.
33) A clonagem humana é um caminho natural do desenvolvimento científico.

Tabela 20 – Assertivas excluídas da análise fatorial.

A possibilidade de descarte das assertivas 04 e 06 pode estar relacionada à crença de que o trabalho científico sofre influências externas (fator 02). Ou seja, há um possível conflito de raciocínio nestes professores, pois considerar que o caráter maléfico de uma tecnologia é *a posteriori* (assertiva 04), bem como que os cientistas não conseguem prever os efeitos negativos de seus trabalhos (assertiva 06) contraria a visão de que grupos sociais podem influenciar as decisões científicas e tecnológicas (assertiva 16) e que opiniões e valores pessoais influenciam as teorias científicas (assertiva 30). Isto porque, se há interesse em exercer influência sobre a ciência e a tecnologia, é porque já se pensa nos frutos que serão colhidos e, conseqüentemente, já se sabe de antemão os possíveis efeitos negativos e positivos. Seguindo esta lógica de contra senso, as assertivas 04 e 06 se mostraram incoerentes dentro do ideário do público respondente e por isso não se adequaram à análise fatorial.

Um mesmo tipo de contra senso pode existir em relação à assertiva 29. Se por um lado hipóteses e teorias não são invenções dos cientistas (assertiva 08), e sim explicam o verdadeiro funcionamento da natureza (associação com a assertiva 24), como explicar que opiniões e valores pessoais não influenciam as teorias científicas (assertiva 30)? Essa é uma discussão incluída no próximo capítulo sobre o ideário dos professores envolvidos na pesquisa, entretanto, ela é uma possível justificativa para que a assertiva 29 não se polarize com nenhum fator.

A existência de influências externas no trabalho científico também pode ter contribuído para a exclusão da assertiva 07. Perguntar sobre se devemos ou não desprezar os componentes econômicos na prática científica perde o sentido já que influências sociais já fazem parte dela. Ou seja, não há como desprezar os componentes econômicos na prática científica pelo ideário vigente no fator 02.

No caso da exclusão da assertiva 05, as assertivas 08 e 24 mostram a crença da ciência como explicação da verdade sobre a natureza, sem invenções por parte dos cientistas. Portanto, não há sentido em afirmar ou mesmo discordar do aceite de determinada teoria pela comunidade científica para que esta seja válida. Segundo os respondentes, uma teoria científica é válida por si mesma, pois reflete a natureza.

Já a assertiva 13 é um exemplo de afirmação fora do contexto do questionário, já que este procura entender as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Sendo assim, perguntar sobre se devemos investir mais em questões sociais do que em ciência não se relaciona com nenhuma outra assertiva do questionário para o público investigado. Da mesma forma, a assertiva 14 não se relaciona com nenhuma assertiva do questionário, pois ela é a única que divide a ciência em disciplinas. Ou seja, todas as outras assertivas relacionam a ciência com a tecnologia ou a sociedade como um ente único. Ao adicionar uma assertiva sem esta perspectiva, esta se situa fora do contexto.

A assertiva 17 é uma afirmativa muito forte, pois usa o “é” ao invés do “pode ser”. Associando este motivo ao fato de que ela objetiva um controle social através do discurso científico, pode haver uma repulsa inicial por esta assertiva. Afinal, ainda é persistente a idéia de que ciência é para o bem comum (assertivas 11, 31 e 32). Por estes motivos, a assertiva 17 acaba não se encaixando no ideário dos respondentes e perde o sentido em ser adicionada ao questionário.

A assertiva 20 é uma exceção entre todas as outras excluídas, pois se mostrou uma assertiva com uma concordância muito alta (89% sendo que 51,8% concordaram plenamente com ela). Assertivas deste tipo são consideradas verdades absolutas e tendem a prejudicar a análise fatorial por não se correlacionarem com as outras assertivas. Diferentemente do que aconteceu com a assertiva 10, que mesmo com

92,8% de concordância se mostrou altamente correlacionada com a assertiva 11, gerando o fator 04.

Por fim, a assertiva 33 não se relacionou com nenhum fator presente na análise fatorial. Dessa forma, segundo os respondentes, esta é uma assertiva que se situou fora do contexto abordado pelo questionário. Na validação semântica, antes da aplicação do questionário, essa assertiva foi apontada com dupla interpretação por um dos validadores pertencente ao grupo de possíveis respondentes. Esse duplo entendimento está centrado na palavra natural que, no contexto da frase, pode significar tanto o caminho normal ou único a ser seguido (o objetivo era este) ou que a clonagem humana é um processo natural, que ocorre espontaneamente na natureza. Optou-se por colocá-la no questionário, por ser uma possibilidade (um único validador se ateve a isso e utilizou a expressão de que talvez possa se interpretar dessa segunda forma). Uma possibilidade que se mostrou plausível após a aplicação do questionário e a análise fatorial deste.

5. O IDEÁRIO VIGENTE SOBRE AS RELAÇÕES CTS NOS PROFESSORES PESQUISADOS

Uma primeira premissa que devemos seguir ao procurarmos construir um ideário envolvendo a compreensão do professorado sobre as relações CTS é que não necessariamente este ideário será conduzido por uma linha única de raciocínio. É possível que esse ideário seja composto por visões muitas vezes conflitantes, porém que estes conflitos não sejam percebidos devido a falta de reflexão sobre eles. Não podemos, entretanto, caminhar para o outro extremo, relativizando completamente o ideário, e argumentar que não há nenhuma lógica na compreensão do professorado sobre esta temática. Isso porque, ainda que não sendo constantemente trabalhada criticamente, a compreensão dos professores sobre as relações entre a ciência e a sociedade está presente nas ações desenvolvidas por eles no dia-a-dia, sendo determinante em certas decisões tomadas.

Esta pequena introdução referente à possibilidade de visões conflitantes no ideário docente tem como objetivo justificar os resultados obtidos por este trabalho envolvendo as relações CTS presentes nos professores de educação básica analisados nesta pesquisa. Em primeira instância, percebemos a presença de duas visões, até então podendo ser consideradas contrárias. Iremos agora justificar e especificar cada uma delas, além de apresentar seus limites a fim de entendermos como elas convivem juntas.

INFLUÊNCIA SOCIAL E RELATIVIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Começamos pela percepção de que há influência social no desenvolvimento científico e tecnológico. Esta percepção se faz bem nítida através do fator 02 da análise fatorial, sendo diretamente expressada pelos respondentes nas assertivas 16 e 30. Segundo os professores, há a influência de grupos sociais nas decisões científicas e tecnológicas bem como de valores pessoais nas teorias científicas.

A existência de influência social na ciência e tecnologia resulta em duas conseqüências para os respondentes. A primeira, de forma direta (estando presente no mesmo fator), está relacionada com a relativização do conhecimento científico. A

percepção de que o conhecimento científico é passível de erros por não ser lógico (assertiva 21) resulta na descrença da continuidade sem contradição entre o conhecimento antigo e o novo (assertiva 22). Podemos supor que a possibilidade de erros na ciência ocorre justamente devido à presença de valores humanos em seu desenvolvimento. Argumento este que também é válido para a justificativa da assertiva 23 presente no fator 06. Pois, segundo os respondentes, a rejeição dos modelos científicos não ocorre apenas por critérios experimentais (assertiva 23), existindo também os motivos “extra” científicos, de influência social. Junta-se a esta concepção a assertiva 12 (fator 03), pois, ainda segundo os respondentes, os modelos científicos não representam fielmente a realidade, já que não são obtidos somente por critérios lógicos e experimentais.

Uma segunda consequência da influência social na ciência e tecnologia envolve as consequências que elas trazem para a sociedade. Afinal, segundo os professores envolvidos na pesquisa, os cientistas se preocupam com os efeitos de suas descobertas (assertiva 09). Nesta perspectiva, o fator 02 possibilitou uma justificativa para as assertivas 09 e 23 presentes no fator 06, bem como a exclusão das assertivas 04 e 06 do questionário, conforme argumentado no capítulo anterior.

Percebemos, dessa forma, que os fatores 02 e 06 são guiados por uma mesma linha de raciocínio que causa reflexo na assertiva 12 do fator 03. Este último fator, determinante para a delimitação de limites para essa linha de raciocínio, será discutido posteriormente em confronto com os limites da concepção descrita a seguir.

DETERMINISMO TECNOLÓGICO E CONCEPÇÃO LINEAR DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO

De maneira aparentemente contraditória, uma outra percepção sobre as relações CTS persiste no ideário dos professores envolvidos nesta pesquisa. O fator 01 da análise fatorial representa uma concepção determinista da tecnologia com os respondentes concordando que a ciência deve pesquisar os transgênicos para continuar a progredir (assertiva 26). Evidência também de uma concepção linear do desenvolvimento científico ao acreditarem que desenvolvimento tecnológico gera desenvolvimento social (assertiva 25), fazendo do mundo um lugar melhor para se viver

(assertiva 31). Esta concepção tem, em parte, como base uma leve tendência de se aceitar a ciência como a verdade sobre a natureza (assertiva 24).

Como consequência podemos justificar as assertivas do fator 07, pois as leis, hipóteses e teorias não são inventadas pelos cientistas, e sim explicam a natureza (assertiva 08 com base na assertiva 24). E ao afirmarem que os cientistas são quem melhor tomam decisões científicas (assertiva 03), a ciência e a tecnologia estão sendo apresentadas como um conhecimento superior aos demais. Esta é a origem, em associação com o fator 04, da legitimação dos detentores do conhecimento em assuntos muitas vezes não relacionados à sua especialidade (assertiva 19). Argumentação coerente se observarmos na volta da assertiva 10 a concepção linear do desenvolvimento científico, com os respondentes concordando com a necessidade de se fazer investimentos em ciência para que seja possível fazer avanços tecnológicos.

Com essa linha de raciocínio, podemos conduzir uma linha coerente de idéias que permeiam os fatores 01, 04 e 07. Contrariamente ao exposto na linha de raciocínio anterior, a concepção linear do desenvolvimento científico bem como o determinismo tecnológico conduzem a uma separação da ciência de influências sociais externas.

O CHOQUE ENTRE AS DUAS CONCEPÇÕES

Vimos a existência de duas linhas de raciocínio contrárias no ideário dos professores envolvidos nesta pesquisa. Até então, elas se mostraram coerentes e sem confrontos diretos. A partir do fator 03, percebemos um possível confronto entre essas duas concepções. Com uma tendência para a primeira concepção expressa, de existência de influência externa na ciência, devido à assertiva 12, observamos a assertiva 28 como uma confirmação desta hipótese. Afinal, acreditar que a ciência e a tecnologia não resolverão os problemas sociais é descreer em uma visão salvacionista da ciência. Essa descrença pode ser reflexo da percepção de que a ciência pode cometer erros por não ser isenta de influências sociais.

Entretanto, a assertiva 15 deste mesmo fator, também relacionada com uma possível concepção salvacionista da ciência e da tecnologia, não confirmou a conclusão

da assertiva 28. Isso porque, mesmo nos referindo a uma problemática social não muito (ou nada) explorada pela ciência de forma salvacionista, os professores, em sua maioria e contrariando a assertiva 28, afirmaram que a pobreza poderia ser resolvida através da ciência. Temos aqui uma divisão de raciocínio, um confronto entre as duas percepções vigentes no ideário dos respondentes, na qual a perspectiva salvacionista se faz presente em um exemplo específico e sem relação direta com a ciência e a tecnologia.

A assertiva 18 presente no fator 03 permite a aproximação da assertiva 15 com uma visão de autonomia da ciência perante a sociedade, próxima da expressa pela assertiva 27 do fator 01. Tanto a assertiva 18 quanto a 27 separam as decisões éticas e morais do âmbito da ciência e da tecnologia.

A confirmação de uma perspectiva salvacionista em situações específicas aliada à concepção linear do desenvolvimento científico aparece na assertiva 11 do fator 04. Com ampla concordância, os respondentes consideram que a ciência e a tecnologia podem resolver problemas ambientais como a poluição, um problema que pode ser resolvido tanto pela adoção de novas tecnologias quanto por mudanças sociais, econômicas e de estilo de vida. Neste caso, a perspectiva salvacionista expressa pela assertiva 11 está muito relacionada à concepção linear da ciência (assertiva 10) através do fator 04. É essa perspectiva salvacionista refletindo em aspectos sociais que faz os respondentes acreditarem que uma nova tecnologia só será utilizada se for segura (assertiva 32) e que as indústrias de alta tecnologia irão contribuir para a geração de empregos no futuro (assertiva 02).

Por fim, é interessante perceber que a polarização dos professores mais jovens se diferenciou nas assertivas 16, 21, 30 do fator 02 e na assertiva 32 do fator 05. Em relação às três primeiras, os professores mais jovens se mostraram mais propensos a considerar as influências sociais e valores pessoais nas decisões e teorias científicas, bem como creditando a isso a maior possibilidade de erros por parte dos cientistas, já que seu trabalho não é somente lógico. Ao se polarizarem contrariamente aos outros grupos etários na assertiva 32, os professores mais jovens consideraram falsa a

afirmação de que uma nova tecnologia só é utilizada se for segura. Pode haver relação entre estas polarizações dos professores mais jovens. Para tal confirmação, verificamos a consistência interna, através do Alpha de Cronbach, das assertivas do fator 02 com a assertiva 32 adicionada e obtivemos um valor de 0,6632, um valor maior que o 0,6485 do fator 02 sozinho. Assim, podemos afirmar a relação que possui a polarização contrária à adoção segura de novas tecnologias com uma concepção de influências externas na ciência dos professores com idades até 34 anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As etapas deste trabalho envolveram desde a construção e validação de um questionário quantitativo sobre as relações CTS quanto a aplicação deste questionário em um grupo de 250 professores de educação básica. A passagem da modelagem teórica para a aplicação prática de um questionário não é instantânea, pois envolve aproximar concepções teóricas, com linhas de raciocínio complexas e coerentes do ideário vigente, com discursos gerais e sem necessariamente uma lógica interna. Nesse sentido, todo instrumento de medida possui seus limites e conseqüentemente seus objetivos de ação.

Não sendo diferente, a validação do questionário proposto nesta dissertação conseguiu sobrepor a dicotomia entre teórico e prático ao permitir que duas concepções distintas e contrárias sobre as relações CTS pudessem ser percebidas no público respondente. Ainda que não previamente prevista esta possibilidade de concepções conflitantes no ideário dos respondentes, o questionário se mostrou abrangente e coerente nesta perspectiva. Diversos trabalhos já relataram uma certa dicotomia em relação às concepções das interações CTS presentes no ideário docente e no senso comum (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007a; ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2007b; VÁZQUEZ-ALONSO, 2006a; VIEIRA & MARTINS, 2005; CANAVARRO, 2000). Entretanto, a análise da concepção dos respondentes foi realizada em função das diversas crenças pontuais destes, sendo de difícil percepção a existência de um ideário coerente de raciocínio. A dicotomia nestes trabalhos aparece ao considerarem que certas opiniões sobre o assunto são ingênuas e inadequadas e outras são apropriadas e adequadas, segundo uma visão almejada.

Já Auler & Delizocov (2006) fornece indícios da falta de coerência interna na compreensão docente sobre as relações CTS, associando-a a uma confusa e ambígua compreensão sobre a não-neutralidade da ciência e tecnologia. Em nosso trabalho aqui realizado foi possível propor os limites para tal ambigüidade através de duas linhas de raciocínio que permeiam o ideário vigente sobre CTS.

Tendo em vista este possível resultado de coexistência entre concepções distintas, o questionário pode ser trabalhado a fim de se enfatizar esta relação, e procurar a fundo seus choques e conflitos. Considerando este nosso estudo uma análise exploratória, 10 assertivas inicialmente presentes no questionário foram consideradas não pertinentes para a construção de um ideário dos respondentes e, portanto, sem estas assertivas, é possível perceber a dicotomia de concepções existentes no ideário docente. Assim, o questionário aqui desenvolvido conseguiu atingir seu principal objetivo, o de realizar uma exploração inicial sobre o ideário vigente nos professores da educação básica em relação às relações CTS.

A coexistência de concepções distintas no ideário dos professores envolvidos na pesquisa traz importantes reflexões sobre as intervenções necessárias para a implantação de uma educação tanto com enfoque CTS quanto para uma alfabetização científica e tecnológica. Isto porque devemos considerar como já existentes no ideário dos professores da educação básica (pelo menos nos pesquisados) a percepção de que valores sociais interferem no desenvolvimento científico e tecnológico. Pelo menos em situações gerais, esta visão desmistifica a perspectiva salvacionista da ciência, bem como a crença de superioridade do discurso científico. Ou seja, utilizar esse enfoque para realizar uma crítica sobre o trabalho científico e tecnológico não irá surtir efeito amplo nos professores pesquisados. A pouca mudança que este enfoque crítico atinge pode estar representada na diferente polarização dos professores mais jovens em relação aos outros grupos etários nas assertivas 16, 21, 30 do fator 02 e confronto com a assertiva 32 do fator 05, como descrito no capítulo anterior.

Por outro lado, a perspectiva salvacionista persiste em situações específicas de ação da ciência. No nosso caso, tanto em relação à poluição quanto em relação à pobreza (em menor intensidade) foram situações em que se mostrou possível a ação da ciência em suas soluções. A pobreza, em específico, é uma situação ímpar, pois não há uma ação direta que seja divulgada pela mídia de possível resolução pelo conhecimento científico. Assim, temos situações em que a perspectiva salvacionista da ciência ainda persiste.

Analisando a possível origem dessa persistência, percebemos que ainda se faz presente no ideário dos respondentes a concepção de desenvolvimento linear da ciência, na qual é necessário que se desenvolva o conhecimento científico para que haja desenvolvimento tecnológico e por conseguinte, desenvolvimento social. Além disso, outra base está na crença no determinismo tecnológico, no qual há um só caminho de desenvolvimento para a tecnologia e, conseqüentemente, podemos estender também para a ciência esta idéia. É um reflexo de que a ciência explica o verdadeiro funcionamento da natureza e por isso não há como existir outras possibilidades de desenvolvimento.

Assim, afim de ampliar a percepção crítica em relação ao desenvolvimento científico, a ação com os professores da educação básica deve ser centrada no questionamento do núcleo duro da ciência, na relativização do conhecimento científico, não por influências sociais e sim por decisões que são tomadas dentro do âmbito científico. Há a percepção de influência externa na ciência, entretanto esta se situa num âmbito externo e geral. Ao realizar um debate sobre determinado conhecimento científico, os respondentes desprezam as influências sociais e aceitam sem questionamentos aquele conhecimento como a verdade sobre a natureza. É essa falta de crítica ao núcleo duro da ciência que conduz a polarizações em prol da superioridade do conhecimento científico e da perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia.

O reflexo desta concepção para a alfabetização científica e tecnológica é direta. Uma posição de defesa da possibilidade de tomada de decisões científicas e tecnológicas por parte de leigos fica abatida. No momento de se tomar determinada decisão científica e tecnológica, prevalece a concepção de que não se pode criticar o núcleo duro da ciência e os leigos se ausentam de tal ação. A assertiva 03 foi direta nesse ponto e obteve uma concordância de 64,7% (contra 26,1% de discordância) de que os cientistas possuem conhecimento para tomar decisões melhores que as pessoas comuns. Num caso prático, os professores podem até considerar que a pesquisa sobre transgênicos deve ser controlada pela sociedade, entretanto eles não

consideram que os leigos possam ser capazes de realizar esse controle. Ou seja, excluem a sociedade das decisões referentes à problemática e fornecem legitimidade para que os cientistas tomem as decisões em seu lugar.

Vemos, com essa discussão, a importância de se estudar o ideário que permeia a concepção pública sobre as relações CTS. Qualquer trabalho envolvendo o objetivo de inserir o enfoque CTS na educação deve considerar a visão que os professores possuem sobre esta temática e como é essa relação, pois dessa forma pode-se saber quais conceitos devem ser mais enfocados e quais concepções devem ser enfatizadas. Afinal, a apresentação do enfoque CTS através das influências externas sofridas pela ciência pode dar a falsa impressão para os professores que eles já conhecem a fundo este enfoque.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 01, n. 01, 2004, p. 3-16. Disponível em: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Educa_cient_ciudadania.pdf. Acesso em: 17 de dez. de 2006.
- ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MARTÍN, Mariano; OLIVA, José Maria; ACEVEDO-ROMERO, Pilar; PAIXÃO, Maria Fátima; MANASSERO-MAS, Maria Antonia. Naturaleza de la ciencia y la educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias**, v. 02, n. 02, 2005a, p. 121-140. Disponível em: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_2/Acevedo_el_al_2005.pdf. Acesso em: 10 de dez. de 2006.
- ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; MANASSERO-MAS, Maria Antonia; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel. Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. In: MEMBIELA, Pedro & PADILLA, Yolanda (ed.). **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI**. Educación Editora, 2005b, p. 7-14. Disponível em: <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/volumenes/Libro%201/C01.%20Acevedo%20et%20al.pdf>. Acesso em: 07 de jan. de 2007.
- ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MANASSERO-MAS, Maria Antonia; ACEVEDO-ROMERO, Pilar. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 04, n. 01, 2007a, p. 42-66. Disponível em: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero_4_1/Acevedo_2007.pdf. Acesso em: 15 de fev. de 2007.
- ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MANASSERO-MAS, Maria Antonia; ACEVEDO-ROMERO, Pilar. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 04, n. 02, 2007b, p. 202-225. Disponível em: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero_4_2/Acevedo_et_al_2007.pdf. Acesso em: 15 de fev. de 2007.
- AIKENHEAD, Glen S.; RYAN, Alan G; FLEMING, Reg W. **Views on science-technology-society**: form CDN.mc5. University of Saskatchewan, 1989. Disponível em: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts.pdf>. Acesso em: 14 de abr. de 2007.
- AIKENHEAD, Glen S. & RYAN, Alan G. The development of a new instrument: “views on

science-technology-society” (VOSTS). **Science Education**, v. 76, n. 5, 1992, p. 477-491. Disponível em: http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts_2.pdf. Acesso em: 14 de abr. de 2007.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; FERRAZ, Márcia Helena Mendes; BELTRAN, Maria Helena Roxo. A histografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria & BELTRAN, Maria Helena Roxo (orgs.). **Escrevendo a história das ciências: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/ Editora Livraria da Física/ Fapesp, 2004, p. 49-73.

AULER, Décio & DELIZOCOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio – pesquisas em educação em ciências**, v. 03, n. 02, dez. 2001, p. 1-13. Disponível em: http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v3_n2/deciodemetrio.PDF. Acesso em: 07 de fev. de 2007.

AULER, Décio & DELIZOCOV, Demétrio. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 05, n. 02, 2006, p. 337-355. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf. Acesso em: 14 de abr. de 2007.

ÁVILA, Patrícia; GRAVITO, Ana Paula; VALA, Jorge. Cultura científica e crenças sobre a ciência. In: GONÇALVES, Maria Eduarda (org.). **Cultura científica e participação pública**. Oeiras, Portugal: Celta Editora, 2000, p.19-31.

BABBIE, Earl. **Métodos de pesquisas de Survey**. 3ª reimpressão. Tradução de Guilherme Cezarino. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

BARNES, Barry; BLOOR, David; HENRY, John. **Scientific Knowledge: a sociological analysis**. London: The University of Chicago Press, 1996.

BAZZO, Walter A.; PEREIRA, Luiz Teixeira do V.; LINSINGEN, Irlan von. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: UFSC, 2000.

BOLAÑO, César & VIEIRA, Vinícius Rodrigues. TV digital no Brasil e no mundo: estado da arte. **Revista de Economía Política de las Tecnologías de la Información y Comunicación**, v. 06, n. 02, mayo-ago 2004. Disponível em: <http://www.eptic.com.br/ACesar-Vinicius.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2006.

BONO, Ernesto. **É a ciência uma nova religião? (ou os perigos do dogma científico)**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1971.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação e do Desporto, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2007.

- BURNHAM, Teresinha Fróes. Da sociedade da Informação à Sociedade da Aprendizagem: cidadania e participação sócio-política na (in)formação do trabalhador. In: **Proceedings CIFORM – Encontro Nacional de Ciência da Informação VI**, Salvador/BA, 2005. Disponível em: http://www.ciform.ufba.br/vi_anais/docs/TeresinhaFroesBurnhamSociedadedaAprendizagem.pdf. Acesso em: 27 de set. de 2006.
- BUSH, Vanevar. **Science: the endless frontier**. Washington: United States Government Printing Office, 1945. Disponível em: <http://stinet.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA361303&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>. Acesso em: 13 de jan. de 2007.
- CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria P. de; PÁRIA, João; VILCHES, Amparo (orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo, Cortez, 2005.
- CALLON, M. The state and technical innovation: a case study of the electrical vehicle in France. **Research Policy**, v. 09, 1980, p. 358-376.
- CANAVARRO, José Manuel. **O que se pensa sobre ciência**. Coimbra: Quarteto, 2000.
- CARMONA, Antonio García. Relaciones CTS en el estudio de la contaminación atmosférica: una experiencia con estudiantes de secundaria. **Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 04, n. 02, 2005. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N2.pdf. Acesso em: 23 de fev. de 2007.
- CARVALHO, Anna M. P. de & GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 4ª Edição. São Paulo: Cortez, 2000.
- CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede: a era da informação: economia, sociedade e cultura**. 9ª Edição. São Paulo: Paz e Terra, 2006.
- CASTORIADIS, Cornelius. **As encruzilhadas do labirinto, III: o mundo fragmentado**. Tradução de Rosa Maria Boaventura. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- CASTORIADIS, Cornelius. **A instituição imaginária da sociedade**. 3ª edição. Tradução de Guy Reynaud. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995.
- CEPAL; **Globalización y Desarrollo**. Santiago do Chile: Cepal, 2002. Disponível em: <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/6/10026/P10026.xml&xsl=/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xsl>. Acesso em 02 de set. de 2006.
- CHESNAIS, F. **A Mundialização do Capital**. São Paulo: Xamã, 1996.
- COLLINS, H. M. & EVANS, Robert. The third wave of science studies: studies of expertise and

experience. **Social Studies of Science**, v. 32, n. 02, abr. 2002, p. 235-296.

COMTE, Auguste. **Curso de Filosofia primeira; Discurso sobre o espírito positivo; Discurso (...)**. Seleção de textos de José Arthur Giannotti e traduções de José Arthur Giannotti e Miguel Lemos. São Paulo: Abril Cultural, 1978 (Coleção Os Pensadores).

COWAN, Ruth S. How the refrigerator got its hum. In: MACKENZIE, D. & WAJCMAN, J. (eds.). **The social shaping of technology**. Milton Keynes: Open University Press, 1988, p. 202-218.

CUNHA, Alexander M.; SILVA, Dirceu da; VERASZTO, Estéfano V.; SIMON, Fernanda O.; YAMAMOTO, Alan César I.; MIRANDA, Nonato A. de. Atividades Experimentais: primeira etapa para uma mudança no ensino de ciências. In: **Atas do 5º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, Bauru/SP: ABRAPEC, 2005. Disponível em: <http://www.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/artigos/1/pdf/p567.pdf>. Acesso em: 02 de nov. de 2006.

CUNHA, Alexander Montero & FERREIRA, Izilda B. Tonolli. Formação continuada de professores em química com enfoque CTS. In: **Anais do XIII ENEQ/ III EPPEQ/ VI SIMPEQ: resumos de painéis apresentados e trabalhos completos**. Campinas: Sociedade Brasileira de Química, 2006.

DAGNINO, Renato. Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: neutralidade e determinismo. **Sala de Lectura CTS+I de la OEI** (Organização dos Estados Iberoamericanos para a educação, a ciência e a cultura), 2000. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/salactsi/rdagnino3.htm>. Acesso em: 17 de nov. de 2006.

DAGNINO, Renato. Mais além da participação pública na ciência: buscando uma reorientação dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade em Ibero-américa. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**. n. 07, set.-dez. 2006. Disponível em: <http://www.oei.es/revistactsi/numero7/articulo02.htm>. Acesso em: 20 de mai. de 2007.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. P.; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DURANT, John. Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science. **Science and Public Policy**, v. 26, n. 5, out. 1999, p. 313-319. Disponível em: <http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/beechn/03023427/v26n5/s4.pdf?expires=1168457698&id=34526519&titleid=898&accname=Universidade+Estadual+de+Campina+s+-+Biblioteca+Central&checksum=C9378D4A07A7F1C86CAF1581056108F7>. Acesso em: 10 de jan. de 2007.

DUPAS, Gilberto. **Economia global e exclusão social: pobreza, emprego, estado e o futuro do capitalismo**. 2ª Edição. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

- ESCÓFIER, Brigitte & PAGÈS, Jérôme. **Análisis factoriales simples y múltiples: objetivos, métodos e interpretación.** Tradução de Elena A. Fdez., Karnele F. Aguirre, M. Isabel L. Calvo, José M. P. Laespada, Amaya Z. Castro. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, 1992.
- FAYARD, Pierre. Let's stop persecuting people who don't think like Galileo!. **Public Understanding of Science**, v. 1, n. 1, 1992, p. 15-16.
- FAZENDA, Ivani C. Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa.** 2ª Edição. Campinas: Papirus, 1995.
- FEYERABEND, Paul. **Contra o método.** Tradução de Octanny S. da Mota e Leônidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.
- FOUREZ, Gérard. **A Construção das Ciências.** Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.
- FOUREZ, Gérard. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias.** Traducción de Elsa Gómez de Sarriá. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.
- FOUREZ, Gérard. Crise no Ensino de Ciências. Tradução de Carmen Cecília de Oliveira. **Investigações em Ensino de Ciência.** v. 08, n. 02, abr. 2002. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_n2_a1.html. Acesso em: 25 de set. de 2006.
- FRACALANZA, Hilário & MEGID NETO, Jorge (orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil.** Campinas: Komedi, 2006.
- GARCIA, Marta I. G.; CERESO, José A. L.; LÓPEZ, José L. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología.** Madrid: Tecnos, 2000.
- GIBBONS, M. & JOHNSON, C. Science, technology and the development of the transistor. In: BARNES, Barry & EDGE, David (eds.). **Science in context: readings in the sociology of science.** Milton Keynes: The Open University Press, 1982, p. 177-185.
- GIL, Fernando. História das ciências e epistemologia. Tradução de Manuel Maria Carrilho e Joana Morais Varela. In: CARRILHO, Manuel Maria. **História e prática das ciências.** Lisboa: A Regra do Jogo, 1979, p. 163-182.
- GIL-PÉREZ, Daniel & VILCHES, Amparo. Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿necesidad o mito?. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias**, v. 02, n. 03, 2005, p. 302-329. Disponível em: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_3/Gil_Vilches_2005b.pdf. Acesso em: 10 de abr. de 2007.

- GONÇALVES, Maria Eduarda. Introdução geral. In: GONÇALVES, Maria Eduarda (org.). **Cultura Científica e Participação Pública**. Oeiras, Portugal: Celta Editora, 2000, p. 1-10.
- GREENE, John C. O paradigma kuhniano e a revolução darwinista na história natural. Tradução de Gizela Moniz. In: CARRILHO, Manuel Maria. **História e prática das ciências**. Lisboa: A Regra do Jogo, 1979, p. 117-150.
- GUIMARÃES, Simone S. M. & TOMAZELLO Maria Guiomar C. Avaliação das idéias e atitudes relacionadas com sustentabilidade: metodologia e instrumentos. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 02, 2004, p. 173-183. Disponível em: <http://www4.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista10vol2/a3r10v2.pdf>. Acesso em: 14 de abr. de 2007.
- HABERMAS, Jürgen. **Ciência y técnica como “ideologia”**. Traducción de Manuel Jiménez Redondo y Manuel Garrido. Madrid: Editorial Tecnos, 1986.
- HAIR Jr., Joseph F.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L.; BLACK, William C. **Análise multivariada de dados**. Tradução de Adonai Shlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 5ª Edição. Porto Alegre, Bookman, 2005.
- HESSEN, Boris. As raízes sócio-econômicas dos *Principia* de Newton. In: GAMA, Ruy (org.). **Ciência e técnica: antologia de textos históricos**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992, p. 30-89.
- HOCHMAN, Gilberto. A ciência entre a comunidade e o mercado: leituras de Kuhn, Bordieu, Latour e Knorr-Cetina. In: PORTOCARRERO, Vera (org.). **Filosofia, história e sociologia das ciências I: abordagens contemporâneas**. 2ª. Reimpressão. Rio de Janeiro: Editora FOICRUZ, 2002, p. 199-231.
- INRA (Europe) & EUROPEAN COMMISSION. **Special Eurobarometer 224: Europeans, Science and Technology**. Comissão da Comunidade Européia, 2005. Disponível em: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf. Acesso em: 06 de jan. de 2007.
- JACOBI, Pedro. Educação e meio ambiente – transformando as práticas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, número zero, nov. 2004, p. 28-35. Disponível em: http://www.ufmt.br/remtea/revbea/pub/revbea_n_zero.pdf#page=71. Acesso em: 13 dez. 2007.
- KEMP, Andrew C. Implications of diverse meanings for 'scientific literacy'. In: RUBBA, P. A.; RYE, J. A.; DI BIASE, W. J.; CRAWFORD, B. A.; (eds.). **Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science**. Pensacola, FL: AETS, 2002, p. 1202-1229. Disponível em: http://www.ed.psu.edu/ci/journals/2002aets/s3_kemp.rtf. Acesso em: 07 de fev. de 2007.
- KRASILCHIK, Myriam. **O Professor e o Currículo de Ciências**. São Paulo: EPU: Editora da

Universidade de São Paulo, 1987.

KRASILCHIK, Myriam & MARANDINO, Marta. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

KUHN, Thomas S. A função do dogma na investigação científica. Tradução de José Afonso Furtado. In: CARRILHO, Manuel Maria. **História e prática das ciências**. Lisboa: A Regra do Jogo, 1979, p. 43-75.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 8ª Edição. São Paulo: Perspectiva, 2003.

LACERDA, Gilberto. Alfabetização científica e formação profissional. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 18, n. 60, dez. 1997, p. 91-108. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v18n60/v18n60a5.pdf>. Acesso em: 29 de nov. de 2006.

LACEY, Hugh. **Valores e atividade científica**. São Paulo, Discurso Editorial, 1998.

LIMA, Nísia Trindade. Valores sociais e atividade científica: um retorno à agenda de Robert Merton. In: PORTOCARRERO, Vera (org.). **Filosofia, história e sociologia das ciências I: abordagens contemporâneas**. Rio de Janeiro: Editora FOICRUZ, 2002, 2ª. Reimpressão, p. 151-173.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3ª Edição. Porto Alegre, Bookman, 2001.

MARTÍN, Mariano & OSORIO, Carlos. Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 32, mayo-ago 2003, p. 165-210. Disponível em: <http://www.rieoei.org/rie32a08.pdf>. Acesso em: 17 de jan. de 2007.

MARTÍN-GODILLA, Mariano. Las decisiones científicas y la participación ciudadana. Un caso CTS sobre investigación biomédica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 02, n. 01, 2005, p. 38-65. Disponível em: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_1/Mart%EDn_Gordillo_2005.pdf. Acesso em: 24 de fev. de 2007.

MATTOSO, Jorge. **A desordem do trabalho**. São Paulo: Scritta, 1995.

MERTON, Robert K. Os imperativos institucionais da ciência. In: DEUS, Jorge Dias de. **A crítica da ciência**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974, p.37-52.

MERTON, Robert K. El Efeito Mateo em la Ciência. In: MERTON, Robert K. **La sociología de la ciencia**. Madrid: Alianza Editorial, 1977, p.554-578 (capítulo 20).

MINGOTI, Sueli Aparecida. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada:**

uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NARDI, Roberto. A avaliação de livros e materiais didáticos para o ensino de ciências e as necessidades formativas do docente. In: BICUDO, Maria Aparecida V. & SILVA JUNIOR, Celestino A. da (orgs.). **Formação do educador e avaliação educacional**, v. 4. São Paulo: Ed. Unesp, 1999. p. 93-103.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NSF). Science and technology: public attitudes and understanding. In: **Science and engineering indicators 2006**. Washington, DC: NSF, 2006, p. 7-1-7-46. Disponível em: <http://www.nsf.gov/statistics/seind06/pdf/c07.pdf>. Acesso em: 05 de jan. de 2007.

NUÑEZ, Jorge. **La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar**. La Habana: Editorial Felix Valera, 1999. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/nunez01.htm>. Acesso em: 15 de jan. de 2007.

PAGANI, Sérgio M. & LUCIANI, Antônio (compiladores). **Os documentos do processo de Galileu Galilei**. Tradução de Antônio Angonese. Petrópolis, RJ: Vozes, 1993.

PEDUZZI, Luiz O. Q. & PEDUZZI, Sônia S. Sobre o papel da resolução literal de problemas no Ensino de Física: exemplos em Mecânica. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2ª Edição. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005.

PENICK, John E. Ensinando alfabetização científica. Tradução de Wilson Taveira de Los Santos. **Educar em Revista**, v. 14, 1998, 91-113. Disponível em: <http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/educar/article/viewFile/2031/1683>. Acesso em: 23 de fev. de 2007.

PEREIRA, Júlio Cesar Rodrigues; **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. 2ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

PESTANA, Maria Helena & GAGEIRO, João Nunes. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. 2ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo, 2000.

PIETROCOLA, Maurício; ALVES FILHO, José de Pinho; PINHEIRO, Terezinha de Fátima. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 08, n. 02, agosto de 2003. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_n2_a3.html. Acesso em: 26 de fev. de 2007.

PINCH, Trevor F. & BIJKER, Wiebe E. The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In: BIJKER, W. E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH, Trevor (ed.). **The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology**.

Cambridge: MIT Press, 1987, p. 17-50.

POPPER, Karl; **A lógica da pesquisa científica**. Tradução de Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo, Cutrix, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975.

PRICE, Derek J. de Solla. **Little science, big science and beyond**. New York: Columbia University Press, 1986.

REIS, Pedro & GALVÃO, Cecília. O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 05, n. 02, 2006, p. 213-234. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART1_Vol5_N2.pdf. Acesso em: 26 de abr. de 2007.

RIP, Arie. Constructing Expertise: in a third wave of science studies? **Social Studies of Science**, v. 33, n. 03, jun. 2003, p. 419-434.

RODRIGUES, Maria de Lurdes; DUARTE, Joana; GRAVITO, Ana Paula. Os portugueses perante a ciência: o inquérito de 1996/97. In: GONÇALVES, Maria Eduarda (org.). **Cultura Científica e Participação Pública**. Oeiras, Portugal: Celta Editora, 2000, p. 33-39.

SALDAÑA, Juan José. Epistemologia, história e sócio-política das ciências. In: GAMA, Ruy (org.). **Ciência e técnica: antologia de textos históricos**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992, p. 17-29.

SÃO PAULO. **Água hoje e sempre: consumo sustentável**. São Paulo: Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP), 2004.

SOLBES, Jordi; VILCHES, Amparo; GIL-PEREZ, Daniel. Epílogo: El papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias. In: MEMBIELA, Pedro (ed.). **Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad**. Madrid: Narcea, 2001, p. 221-231. Disponível em: http://oei.es/catmexico/libro_narceacap15.pdf. Acesso em: 23 de fev. de 2007.

SOLBES, Jordi & VILCHES, Amparo. Investigación didáctica: papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 03, 2004, p. 337-348.

SOLBES, Jordi & VILCHES, Amparo. Las relaciones CTSA y la formación ciudadana. In: MEMBIELA, Pedro & PADILLA, Yolanda (ed.). **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI**. Educación Editora, 2005, p. 15-22. Disponível em: <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/volumenes/Libro%201/C02.%20Solbes%20e%20Vilches.pdf>. Acesso em: 22 de fev. de 2007.

- SOUZA FILHO, Moacir, P. de. **Livros didáticos de física para o ensino médio: uma análise de conteúdo das práticas de eletricidade e magnetismo**. Dissertação de Mestrado. Bauru: Unesp, 2004.
- STIEFEL, Berta Marco. La naturaleza de la ciencia, una asignatura pendiente en los enfoques CTS: retos y perspectivas. In: MEMBIELA, Pedro & PADILLA, Yolanda (ed.). **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI**. Educación Editora, 2005, p. 35-38. Disponível em: <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/volumenes/Libro%201/C05.%20Marco.pdf>. Acesso em: 22 de fev. de 2007.
- TURNER, Stephen. What is the problem with experts? **Social Studies of Science**, v. 31, n. 01, fev. 2001, p. 123-149.
- VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; MANASSERO-MAS, Maria Antonia. Consensos sobre la naturaleza da ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. **Revista Iberoamericana de Educación, edición eletrónica De los Lectores**, 2004. Disponível em: <http://www.rieoei.org/deloslectores/702Vazquez.PDF>. Acesso em: 29 de jan. de 2007.
- VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; MANASSERO-MAS, Maria Antonia. Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. **Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 04, n. 02, 2005. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf. Acesso em: 07 de fev. de 2007.
- VÁZQUEZ-ALONSO, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Evaluación de los efectos de la materia CTS de bachillerato en las actitudes CTS del alumnado con una metodología de respuesta múltiple. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 03, n. 03, 2006a, p. 317-348. Disponível em: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_3/Vazquez_et_al_2006.pdf. Acesso em: 04 de abr. de 2007.
- VÁZQUEZ-ALONSO, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Actitudes del alumnado sobre ciencia, tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 08, n. 02, 2006b. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/155/15508205.pdf>. Acesso em: 07 de abr. de 2007.
- VIEIRA, Rui Marques & MARTINS, Isabel P.; Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista CTS**, n.06, v. 02, 2005, p. 101-121. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2358223>. Acesso em: 12 de dez. de 2007.
- VOGT, Carlos & POLINO, Carmelo (orgs.). **Percepção pública da ciência: resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai**. Campinas, SP: Editora da

UNICAMP; São Paulo: FAPESP, 2003.

WYNNE, Brian. Public uptake of science: a case for institutional reflexivity. **Public Understanding of Science**, v. 02, p.123-149.

Apêndice – Instrumento de Análise

Este questionário foi elaborado com a finalidade de levantar as concepções sobre ciência de professores da educação básica. Ao respondê-lo, você estará colaborando para a melhoria da educação. As identidades serão preservadas. **MUITO OBRIGADO!**

DATA:	LOCAL:			
Formação:	Ano de formação:			
Possui especialização:	ano de conclusão:	Possui mestrado:	ano de conclusão:	
Possui doutorado:	ano de conclusão:	Idade:		
Disciplina que leciona:		Há quanto tempo é professor?		
Leciona em instituição: <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Municipal <input type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Particular				

Nas questões abaixo, assinale com um X a lacuna que mais está em concordância com o que você pensa ou acredita. As lacunas correspondem a:

**1: Concordo Plenamente; 2: Concordo; 3: Indiferente;
4: Discordo; 5: Discordo Plenamente;**

Assertivas	1	2	3	4	5
1. Os cientistas concordam sobre o significado dos conteúdos científicos ensinados na escola.					
2. As indústrias de alta tecnologia aumentarão a quantidade de novos empregos nos próximos anos.					
3. Os cientistas possuem conhecimento para tomar decisões científicas melhor do que as pessoas comuns.					
4. Nenhuma tecnologia é maléfica a priori, isto depende de seu uso.					
5. Para uma teoria científica ser válida esta deve ser aceita pela comunidade científica.					
6. Os cientistas não conseguem prever de antemão os efeitos negativos de uma nova descoberta científica.					
7. Deve-se desprezar os componentes econômicos na prática científica.					
8. As leis, hipóteses e teorias científicas são invenções dos cientistas para descrever a natureza.					
9. Os cientistas se preocupam com os efeitos de suas descobertas.					
10. É essencial investir em ciência para que se possa fazer avanços tecnológicos.					
11. A ciência e a tecnologia podem resolver problemas ambientais como a poluição.					
12. Os modelos científicos representam fielmente a realidade.					
13. Devemos investir menos em ciência e mais em questões sociais como o desemprego.					
14. Diferentes disciplinas científicas observam da mesma forma um mesmo fenômeno científico.					
15. A ciência e a tecnologia podem resolver problemas sociais como a pobreza.					
16. Nenhum grupo social exerce influência nas decisões científicas e tecnológicas.					
17. O discurso científico é utilizado para controlar a sociedade.					
18. As decisões morais se relacionam com a ciência e a tecnologia.					
19. As políticas públicas são melhores quando decididas por especialistas.					
20. Entendendo melhor a natureza viveremos num mundo melhor.					
21. Os cientistas não cometem erros porque seu trabalho é lógico.					
22. Novos conhecimentos científicos se somam aos antigos sem contradizê-los.					
23. A rejeição dos modelos científicos ocorre apenas por critérios experimentais.					
24. A ciência explica o verdadeiro funcionamento da natureza.					
25. Desenvolvimento tecnológico gera desenvolvimento social.					
26. A ciência deve pesquisar sobre os transgênicos para conseguir progredir.					
27. A ciência deve decidir o que é comportamento ético.					

28. A ciência e a tecnologia resolverão os problemas sociais					
29. Uma hipótese errada de uma dada teoria invalida esta teoria.					
30. Opiniões ou valores pessoais não influenciam as teorias científicas.					
31. O conhecimento científico faz deste mundo um lugar melhor para se viver.					
32. Uma nova tecnologia só é utilizada se for segura.					
33. A clonagem humana é um caminho natural do desenvolvimento científico.					