



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRO 2014

Um olhar CTS sobre as concepções de professores de ciências através do questionário VOSTS

MIRANDA, M. E; FREITAS, D

Um olhar CTS sobre as concepções de professores de ciências através do questionário VOSTS

MIRANDA¹, E. M., FREITAS², D.

Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - Brasil.

¹elisangelamiranda@ufu.br

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) - Brasil.

²dfreitas2011@gmail.com

Resumo:

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

Palavras-chave: Concepções de professores sobre as interações CTS, questionário VOSTS.

Introdução

Nas últimas décadas, a influência das inovações científicas e tecnológicas nas Sociedades e nas diferentes culturas tem crescido, tanto positiva quanto negativamente. Essas inovações representam, em parte, o progresso do conhecimento humano, que muitas vezes não é compreendido adequadamente pelos cidadãos. Assim, muitas decisões em relação à saúde, segurança, consumo e qualidade de vida, entre outras, são tomadas pelas pessoas sem que levem em conta

as dimensões científicas e tecnológicas, que poderiam ajudá-las a compreender melhor as questões envolvidas.

No entanto, em Sociedades democráticas pressupõe-se que os cidadãos participem conscientemente na tomada de decisões sobre assuntos que os afetam direta ou indiretamente, como, por exemplo, a escolha de meios mais eficientes e com baixo impacto ambiental de produção de energia, a eliminação e reciclagem de resíduos domésticos e industriais, a modificação genética de alimentos e o uso de embriões em pesquisas (JARMAN; MCCLUNE, 2007). Assim, torna-se imprescindível que a população tenha acesso a conhecimentos básicos de Ciência e Tecnologia, uma vez que os seus impactos estão presentes em diversas áreas, podendo ser observados, por exemplo, em setores industriais tradicionais, como a indústria do aço, em cujo todo o processo a automação tecnológica já está presente, ou no trabalho realizado em um escritório, no qual os funcionários lidam diariamente com um arsenal tecnológico.

Segundo Miller (2000, p. 22), a compreensão, aceitação ou recusa dessas inovações está diretamente relacionada com o grau de alfabetização científica que a população possui, bem como com o reconhecimento da sua importância econômica. Portanto, no contexto social atual a:

compreensão básica da Ciência e da Tecnologia será o ponto de partida para o desenvolvimento de habilidades profissionais e técnicas adicionais que são necessárias para ser competitivo em uma era de intensa concorrência econômica internacional.

Contudo, para a conquista da alfabetização científica segundo a literatura se faz necessário a compreensão adequada da Natureza da Ciência por parte de alunos e professores tem sido identificada como um dos aspectos essenciais da alfabetização científica, indispensável à avaliação crítica e responsável das políticas e das propostas científicas e tecnológicas. Lederman (2007) considera que, em uma sociedade científica e tecnologicamente avançada, o exercício da cidadania e da democracia só será possível por meio da compreensão do empreendimento científico e das suas interações com a Tecnologia e a Sociedade, o que possivelmente possibilitará que qualquer cidadão reconheça o que está envolvido em uma disputa sociocientífica e possa participar de discussões, debates e processos decisórios.

As concepções de professores de ciências sobre a Natureza da Ciência

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

Abd-el-Khalick e Lederman (2000, p. 670) também assinalam que “é seguro assumir que os professores não podem ensinar o que eles possivelmente não entendam”, ou seja, a concepções adequadas sobre a Natureza da Ciência. Observa-se ainda que, apesar de a maior parte dos currículos CTS salientar a necessidade de

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

Desse modo, torna-se necessário encontrar outras variáveis explicativas. Entre elas, o autor destaca a relação entre a prática pedagógica, as concepções de Natureza da Ciência dos professores e as concepções dos estudantes, de modo que as concepções dos professores podem constituir um mediador importante entre estes e os seus alunos, na medida em que podem afetar a forma como os conhecimentos e os fatos científicos são ensinados.

Nesse sentido, é importante retomar o estudo das concepções sobre a Natureza da Ciência de professores, pois sua compreensão sobre o tema pode guardar alguma relação com a de seus alunos e a imagem que estes adquirem sobre a Ciência, a Tecnologia e as relações CTS. Possivelmente, suas concepções sobre o tema influenciam significativamente sua forma de ensinar Ciência e as decisões que tomam em aula (ACEVEDO et al., 2002).

Diante deste quadro, a presente pesquisa objetivou corroborar os resultados encontrados em investigações dessa natureza focalizando as concepções de um grupo de professores que atuam na área de Ciências (ensino fundamental) e na área de Biologia (ensino médio) em escolas públicas (rede municipal e estadual de ensino) no município de São Carlos, uma vez que o levantamento e análise dessas concepções de professores podem explicar o insucesso da implementação da perspectiva de ensino CTS.

A pesquisa

Esta pesquisa contou com a participação de oito professores de Ciências do ensino fundamental, dos quais sete também lecionam Biologia e um leciona Química no ensino médio. Todos trabalham em escolas públicas estaduais e/ou municipais da cidade de São Carlos (MIRANDA, 2008a; MIRANDA, FREITAS, 2008b).

Para o desenvolvimento desta pesquisa realizou-se, em um primeiro momento, um estudo exploratório inicial verificando-se junto à literatura os principais instrumentos utilizados para a observação de concepções CTS. Partindo-se deste estudo elegeu-se o questionário *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) (AIKENHEAD, RYAN, FLEMING, 1989) como o principal instrumento de coleta de dados nessa pesquisa. Inicialmente construiu-se uma versão abreviada e adaptada desse questionário que foi categorizado por vinte e dois pesquisadores brasileiros, das áreas de Ciências Humanas, Naturais e Exatas, posteriormente, e aplicado a um grupo de professores do ensino fundamental e médio respostas estas apresentadas neste artigo.

Para a análise e interpretação das questões do questionário VOSTS, realizou-se a categorização das frases ou opções de resposta que compõem as 15 questões selecionadas para este estudo em realista, plausível e simplista, com o objetivo de observar a opinião de professores/pesquisadores brasileiros sobre os temas abordados, de modo a possibilitar a construção de um quadro semelhante ao realizado por outras pesquisas (VÁZQUEZ et al., 2005 e 2007 ; ACEVEDO et al., 2007; RUBBA, SCHONEWEG, HARKNESS, 1996). Essa categorização também se torna importante visto que pode gerar implicações diretas para o ensino da Natureza da Ciência e das relações CTS no ensino em geral, pois o questionário VOSTS apresenta questões concretas que podem fazer parte de um currículo que objetive introduzir tais temas no ensino de Ciências.

Optou-se por realizar a categorização da versão adaptada e reduzida do questionário VOSTS, pois, analisando os possíveis modos de análise, observou-se que, se fosse utilizado um método de classificação das respostas em certo/errado, ignorar-se-ia a legitimidade existente nas questões, como relatam Rubba, Schoneweg e Harkness (1996). Segundo estes, Glen Aikenhead, um dos autores do questionário VOSTS, indicou (em comunicação pessoal em 25 de julho de 1991) que, pelo fato de o questionário ter sido construído empiricamente, ele não se enquadraria a métodos tradicionais de análise de dados. Como sugestão, Aikenhead propôs o estabelecimento de três categorias, denominadas Realistic/Has Merit/Naive¹ (R/HM/N).

Para nomear as categorias, optou-se por traduzi-las e realizar uma análise semântica das palavras em português utilizando o dicionário Aurélio. Após essa análise, alteraram-se as nomeações para duas das categorias (plausível e simplista), mantendo-se apenas a nomeação para a primeira (realista). Desse modo, as categorias foram assim nomeadas: Realista/Plausível/Simplista (R/P/S), correspondendo respectivamente a três concepções:

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

Para o processo de categorização das opções de respostas em Realista/Plausível/Simplista da versão do questionário VOSTS utilizada nesta pesquisa, contou-se com a participação de professores/pesquisadores (13 mulheres e 9 homens) que possuem formação inicial (Licenciatura e/ou Bacharelado em Ciências Biológicas, Bacharelado em Química, Licenciatura em Matemática, Licenciatura em História, Licenciatura e/ou Bacharelado em Física, Bacharelado em Administração Pública, Bacharelado em Farmácia, Bacharelado em Psicologia, Bacharelado em Ciências Sociais, Bacharelado em Engenharia Elétrica e Química). Esses professores possuem doutorado em: Ciências Biológicas (2), Química (3), Educação (6), Psicologia Social, Física (1), Biologia Genética (1), Política de Ciência e Tecnologia (1), Farmácia (1), Psychology and Special Needs Education (1), Ciência Política (1), Science Education (2), Teoria e História da Educação (1), Educação Científica e Tecnológica (1) e Educação para a Ciência (1). Alguns também realizaram estudos de pós-doutorado nas seguintes especialidades: Ensino de Ciências (3), Engenharia de Materiais e Metalurgia (1), Ciências Sociais Aplicadas (1), Química (1), Ciência Política (1) e Ciências Agrárias (1) (MIRANDA, 2008a).

Segundo Acevedo et al. (2007), os pesquisadores podem atuar como juízes com distintas opiniões que se sobrepõem para obter os acordos que se observam quando há um maior número de concordância entre eles. Com esse método, pretende-se estabelecer validade ao processo de categorização, pois este é realizado pela comunidade de pesquisadores que permite dar conta da magnitude de consenso sobre semelhante juízo. O autor mencionado aponta que não existe uma norma clara quanto ao número de juízes mais idôneos, mas um número grande de participantes gera uma maior confiabilidade nos resultados. Nesse sentido, considera-se que a participação de 22 professores/pesquisadores na presente pesquisa é apropriada, pois, segundo Pasquali (2003) seis, no mínimo, são necessários para fazer uma

¹ Realista/Com mérito/Ingênua.

avaliação. Esse autor destaca que o item representa bem o fato se houver concordância mínima de 80% quanto à classificação em categorias. Ainda com relação ao número mínimo de juizes, para Rubba, Schoneweg e Harkness (1996) é apropriada a participação de no mínimo nove professores/pesquisadores, devendo ser considerado consenso quando sete tiverem a mesma opinião.

Uma interpretação possível dos resultados do questionário VOSTS

Nesta seção, são apresentados e analisados os resultados da aplicação da versão adaptada e reduzida do questionário VOSTS a oito professores de Ciências do ensino fundamental, dos quais sete também lecionam Biologia e um leciona Química no ensino médio, ou seja, professores da área de Ciências Naturais (MIRANDA, 2008a). As questões do questionário VOSTS correspondem às dimensões definição de Ciência e Tecnologia, influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, características dos cientistas, construção social do conhecimento científico, construção social da Tecnologia e natureza do conhecimento científico.

Nos quadros 1 a 15 são apresentados as análises das respostas dadas pelos professores de ciências as quais foram categorizadas em realista, plausível e simplista por 22 professores/pesquisadores (MIRANDA, 2008a).

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

- **concepções realistas** em relação às subdimensões definição de Tecnologia, instituições educativas, resolução de problemas sociais e práticos, aproximação científica para investigações;
- **concepções plausíveis** em relação às subdimensões definição de Ciência, interdependência da Ciência e da Tecnologia, ética, criação de problemas sociais, contribuição para o bem-estar econômico, motivação pessoal dos cientistas, contribuição para o pensamento social, decisões dos cientistas e decisões tecnológicas;
- **concepções simplistas** em relação às subdimensões responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos e ideologias dos cientistas.

A primeira questão refere-se à subdimensão definição de Ciência (Quadro 1), na qual se observa um consenso entre cinco professores que concordam que a Ciência é a exploração do desconhecido. Outros dois professores concordam que seja a descoberta e a utilização de conhecimentos para melhorar as condições de vida das pessoas e um professor concorda que a Ciência seja indefinível. Contudo, considera-se que a Ciência situa-se além do conhecimento do senso comum, por se tratar de uma construção humana que resulta de uma prática que está intrinsecamente voltada para produzir e cujo desenvolvimento se faz por meio de processos sociais e racionais, tratando-se claramente de um fato histórico, contingente e cultural (CANAVARRO, 2000).

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

Definição de Ciência e Tecnologia		
Definição de Ciência		
1. A definição de Ciência é difícil porque se trata de algo complexo e que se ocupa de muitas coisas, todavia, a Ciência é principalmente:		
Categoria	Respostas	Professor
Plausível	C) A exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funcionam.	Vanda, Marlene, Rosângela, Marina e

	F) A descoberta e a utilização de conhecimentos para melhorar as condições de vida das pessoas (por exemplo, a cura de doenças, eliminação da poluição, desenvolvimento da agricultura).	Regina Maurício e Sílvia
Simplista	H) Ninguém pode definir Ciência.	Matheus

Em relação à subdimensão definição de Tecnologia (Quadro 2), cinco professores a definiram como um conjunto de ideias e técnicas para a concepção de produtos, organização do trabalho das pessoas e o progresso da sociedade. Os outros três professores a definiram como a aplicação da Ciência; um conjunto de novos processos, instrumentos, máquinas, utensílios, etc.; e uma técnica para a resolução de problemas práticos, respectivamente. Atualmente, pode-se considerar que a Tecnologia visa consolidar a ambição da Sociedade em nível pragmático, identificando necessidades, concretizando projetos para a resolução de problemas práticos, estudando os limites dessa resolução e analisando os resultados obtidos em um contexto social, econômico e político (SANTOS, 1999).

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

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

Questionados sobre a subdimensão *interdependência da Ciência e da Tecnologia* (Quadro 3), designadamente em relação à afirmação de que poucos desenvolvimentos em Tecnologia vieram diretamente de descobertas realizadas pela Ciência, três professores concordaram que a Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e em seu próprio corpo de conhecimento. Outros três concordaram que os cientistas e os tecnólogos dependem do mesmo corpo de conhecimento. Dois professores concordam que todo desenvolvimento tecnológico se constrói a partir de uma descoberta científica. Contudo, um deles assinalou esse desenvolvimento se dá porque as descobertas científicas lhe fornecem informações fundamentais e novas ideias, e outra professora assinalou que as descobertas científicas sempre são utilizadas para os desenvolvimentos tecnológicos ou para outros usos científicos. Considera-se que a relação entre a Ciência e a Tecnologia pode ser compreendida como “simbiótica” (SANTOS, 1999, p. 147), de modo que os esforços de uma são imprescindíveis à outra. Assim, diversos conhecimentos técnicos são criados à medida que se materializa o que a Ciência teoriza com o uso de instrumentos técnicos e vice-versa. Entretanto, também deve ser considerado que muitas teorias científicas não são suficientes para provocar inovações técnicas.

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

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

Em relação à dimensão influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, especificamente com respeito à influência exercida por visões religiosas ou éticas que caracterizam a cultura do local onde a pesquisa científica é realizada (Quadro 4), quatro professores foram consensuais ao concordarem que essa influência existe, pois todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. Um professor concorda que tal influência é exercida pelos grupos mais poderosos, detentores de convicções culturais, políticas ou religiosas que apoiarão ou não determinadas pesquisas. Entretanto, duas professoras concordaram que essa influência não existe, pois a pesquisa continua apesar dos conflitos entre cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos ou que os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência desconsiderando visões culturais ou éticas.

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

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

Influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia		
Ética		
4. Algumas culturas têm pontos de vista particulares em relação à natureza e ao homem. Os cientistas e as pesquisas científicas são afetados pelas visões religiosas ou éticas que caracterizam a cultura do local onde o trabalho é realizado. Visões religiosas ou éticas influenciam a pesquisa científica:		
Categoria	Respostas	Professor
Plausível	D) Porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. São essas diferenças individuais dos cientistas	Maurício, Marina,

	que influenciam o tipo de pesquisa a ser feita.	Matheus e Sílvia
	E) Porque os grupos mais poderosos que representam convicções culturais, políticas ou religiosas apoiarão frequentemente determinados projetos de pesquisa ou até mesmo impedirão que determinada pesquisa ocorra.	Marlene e Regina
	F) As visões religiosas ou éticas não influenciam a pesquisa científica porque a pesquisa continua, apesar dos conflitos entre cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos (por exemplo, conflitos sobre a origem e a evolução das espécies).	Vanda
Simplista	G) As visões religiosas ou éticas não influenciam a pesquisa científica porque os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência, não considerando visões culturais ou éticas.	Rosângela

Questionados sobre a subdimensão instituições educativas (Quadro 5), cinco professores concordaram que os estudantes deveriam estudar mais Ciência, mas orientados por um tipo diferente de curso, no qual aprendessem como a Ciência e a Tecnologia afetam suas vidas cotidianas. Os outros três professores concordaram que sim, pois a Ciência afeta quase todos os aspectos da Sociedade. Considera-se que a importância do ensino de Ciências envolvendo a vertente tecnológica pode estar diretamente ligada à promoção da alfabetização científica e tecnológica, dado que tal necessidade é gerada pelo fato de a Ciência e a Tecnologia “serem empreendimentos com influência significativa, quer na vida privada quer na vida pública” (SANTOS, 1999, p. 204). Assim, a integração de assuntos científicos, tecnológicos e sociais no ensino de Ciências permite o desenvolvimento de competências que possibilitem aos estudantes um papel consciente e ativo na Sociedade.

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

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

Questionados sobre a preocupação dos cientistas em relação aos efeitos (úteis e prejudiciais) que podem resultar de suas descobertas – subdimensão *responsabilidade social dos cientistas e dos tecnólogos* (Quadro 6) –, os professores não demonstraram consenso, de modo que quatro deles concordaram que os cientistas estão realmente preocupados, pois o objetivo da Ciência é tornar o nosso mundo um lugar melhor. Outros dois professores concordaram que os cientistas estão preocupados, mas têm pouco controle sobre o uso de suas descobertas. E um

professor concordou que os cientistas estão preocupados, mas não podem saber todos os efeitos de suas descobertas em longo prazo.

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

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

Em relação à subdimensão *criação de problemas sociais*, especificamente sobre o equilíbrio entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia, de modo que sempre haja intercâmbios entre ambos (Quadro 7), dois professores consideraram que todo novo desenvolvimento implica pelo menos um resultado negativo. Outros três concordaram que os cientistas não são capazes de prever os efeitos de novos desenvolvimentos em longo prazo. Uma professora concordou que não se podem alcançar resultados positivos sem, previamente, ensaiar uma nova idéia e trabalhar os seus efeitos negativos. Um professor concordou que o que beneficia uns pode ser negativo para outros. E outro professor concordou que os efeitos negativos podem ser minimizados.

Nesse sentido, é importante considerar que a Ciência e a Tecnologia possuem ambivalências morais intrínsecas entre os bons e os maus resultados, que podem não ser nem intencionais nem previstos, mas que afetam a Sociedade. Isso se torna visível em produtos tecnológicos, como, por exemplo, o automóvel, o computador, e em procedimentos como o aborto, etc., que geram problemas globais que foram criados ou agravados pela Ciência e pela Tecnologia, mesmo não intencionalmente (SANTOS, 1999).

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

Influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade		
Criação de problemas sociais		
7. Haverá sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia. Sempre há intercâmbios entre benefícios e efeitos negativos:		
Categoria	Respostas	Professor
Plausível	A) Porque todo novo desenvolvimento implica pelo menos um resultado negativo. Se não enfrentarmos os resultados negativos, não progrediremos de modo a desfrutar dos benefícios.	Maurício e Marlene
	B) Porque os cientistas não são capazes de prever os efeitos de novos desenvolvimentos em longo prazo, apesar dos cuidadosos planejamentos e testes que realizam. Há que se assumir o risco.	Rosangela, Regina e Marina

	D) Porque não se podem alcançar resultados positivos sem, previamente, ensaiar uma nova idéia e trabalhar os efeitos negativos.	Vanda
	C) Porque o que beneficia uns pode ser negativo para outros. Depende dos respectivos pontos de vista.	Matheus
	G) Porque os efeitos negativos podem ser minimizados com um planejamento cuidadoso e sério e com testes devidamente programados.	Sílvio

Para a subdimensão *resolução de problemas sociais e práticos* (Quadro 8), três professores concordaram que a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para resolver certos problemas sociais, mas não outros. Em contrapartida, dois professores concordaram que a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para revolver certos problemas sociais, mas podem também estar na origem de muitos outros. Dois professores concordaram que a contribuição da Ciência e da Tecnologia está aliada com a sua utilização correta por parte das pessoas. Um professor concordou que a Ciência e a Tecnologia podem, certamente, contribuir para resolver graves problemas: a primeira, por meio de novas ideias; a segunda, pelas invenções que desenvolve.

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

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

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

Em relação à subdimensão *contribuição para o bem-estar econômico* (Quadro 9), em que se questionou se mais Tecnologia significa melhor nível de vida, cinco professores concordaram com uma posição ambígua, ou seja, mais Tecnologia pode melhorar ou piorar o nível de vida. Os outros três professores concordam que mais Tecnologia significa melhor nível de vida. Entre estes três professores, um deles assinalou que a Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das

populações; outro, que a Tecnologia cria postos de trabalho, traz prosperidade e contribui para facilitar a vida das pessoas; e, por fim, o terceiro professor concorda que só para aqueles que são capazes de utilizá-la é que a Tecnologia melhora o nível de vida.

Segundo Santos (1999, p. 97), o corpo de conhecimentos científicos e tecnológicos pode ter dado origem ao “endeusamento do progresso”, que não é alheio ao grande sucesso que a técnica alcança no funcionamento da indústria, na economia e na Sociedade. Contudo, esse progresso não é inofensivo na medida em que é ambivalente. “Os efeitos nefastos são inseparáveis dos efeitos positivos – em todas as revoluções tecnológicas há vencedores e perdedores”. Nesse sentido, todo processo técnico envolve três efeitos: “os pretendidos ou procurados, os previsíveis e os imprevisíveis”. Estes últimos, segundo Ellul (1988, p. 77, apud SANTOS, 1999, p. 98), estão aumentando com o progresso técnico, contudo, para evitá-los, “não basta fazer um bom uso das técnicas”.

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

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

Com relação à afirmação de que a Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário porque nos dão palavras e ideias novas – subdimensão *contribuição para o pensamento social* (Quadro 10) –, dois professores concordaram que a Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário, pois mudaram o nosso modo de vida. Outros três professores concordaram que essa influência existe em nossas vidas diárias, não apenas por gerar palavras e ideias, mas porque quase tudo o que nós fazemos, e tudo ao nosso redor, de algum modo, tem sido pesquisado pela Ciência e Tecnologia. Uma professora concorda que a influência ocorre pelo uso de produtos da Ciência e da Tecnologia. Um professor concorda que a maior influência é em relação às novas ideias, invenções e técnicas que ampliam nosso pensamento. Uma professora concorda que essa influência não é constante, pois nosso pensamento diário é influenciado na maior parte por coisas não científicas: a Ciência e a Tecnologia só influenciam alguns de nossos pensamentos. Considera-se que as relações da Tecnologia com a Sociedade são muito complexas, tornando-a socialmente moldada, uma vez que a Tecnologia também influencia a organização social e a distribuição de poder.

Para Castoriadis (1998, apud SANTOS, 1999, p. 105), a Sociedade, além de ser influenciada pela Tecnologia, é em “grande parte obra do imaginário coletivo anônimo” e do imaginário social, que por um lado resiste às Tecnologias, mas por outro é contaminado por elas.

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

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

Inquiridos sobre a subdimensão *motivação pessoal dos cientistas* (Quadro 11), três professores concordam que a principal razão por trás da motivação pessoal em fazer Ciência é resolver problemas de curiosidade pessoal, descobrir ideias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade. Outros três professores concordam que não é possível generalizar, porque a principal motivação pessoal dos cientistas varia de um para o outro. E outros dois professores concordaram que a principal razão é descobrir ideias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade.

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

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

	G) Descobrir ideias novas ou inventar coisas novas que beneficiem a Sociedade (por exemplo, curas médicas, soluções para a poluição, etc.).	Maurício e Marina
--	---	-------------------

Questionados se as crenças religiosas de um cientista irão influenciar suas descobertas científicas ou seu trabalho – subdimensão *ideologias dos cientistas* (Quadro 12) –, cinco professores foram unânimes ao concordarem que as crenças religiosas não afetam o trabalho do cientista. Dois professores concordaram que as crenças religiosas podem afetar a forma como o cientista trabalha, o problema que seleciona para estudar, a metodologia que irá aplicar, os resultados que irá divulgar, etc. E um professor concordou que depende da religião e também da sua importância ou significado para o cientista. Nesse sentido, considera-se que a relação dos fatores que podem influenciar o trabalho científico pode estar diretamente ligada à existência ou não de neutralidade na Ciência. Neutralidade que prega que os valores morais e sociais não poderiam fazer parte dos critérios de produção de juízos científicos, pois do contrário teriam um papel fundamental nas práticas de aquisição e de apreciação da compreensão científica. Argumentos a favor disso pregam que:

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

Mesmo que a neutralidade possa ocorrer em diferentes segmentos científicos, Freire-Maia (1992, p. 128 e 129) relata que a Ciência não é neutra, pois:

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

Ziman (1999) assinala que a Ciência é uma instituição imersa na Sociedade, na qual os cientistas são cidadãos consumidores, produtores, empregados, professores, crédulos, além de que é possível supor que estes trazem junto às comunidades científicas a produção de conhecimento com influências de interesses coletivos e valores culturais.

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

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

Inquiridos sobre quais fatos levam os cientistas a não conseguirem algumas vezes encontrar um consenso sobre um assunto – subdimensão *decisões dos cientistas* (Quadro 13) –, os professores não foram unânimes. Dois deles concordaram que isso ocorre porque nem todos os fatos foram descobertos. Para outros dois professores, o motivo é que cada cientista está atento a fatos distintos. Já para outras duas professoras, isso se dá em razão de os cientistas interpretarem os fatos de modos diferentes, à luz de teorias científicas diversas, e não por efeito de valores morais ou motivos pessoais. Uma professora concorda que essa falta de consenso ocorre por um grande número de razões. E outra professora concorda que os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, além de diferirem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.

A razão da falta de consenso de alguns cientistas em relação a determinados assuntos pode ser explicada pelo fato de a Ciência ter como um de seus propósitos proporcionar explicações para fenômenos do mundo real, os quais podem se tornar modelos teóricos que descrevem o mundo imaginado. Para Jacob (1982, p. 27, apud SANTOS, 1999), “trata-se sempre de explicar o mundo visível por forças invisíveis, de articular o que se observa com o que se imagina”.

Nessa perspectiva, para Santos (1999, p. 44), “a base das explicações são modelos mentais que permitem predições”. A falta de consenso pode estar relacionada com o conceito de verdade para cada cientista, sendo esta uma tentativa de conhecimento verdadeiro que ainda não construiu nenhum critério universal “para dizer que um conhecimento é verdadeiro. O conhecimento científico, sobretudo ele, não fornece certeza teórica absoluta. A sanção de ‘verdade’ é um limite que constrange o cientista, mas não o poeta, o pintor, o escritor de textos literários”.

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

Construção social do conhecimento científico	
Decisões dos cientistas	
13. Quando os cientistas não conseguem encontrar um consenso sobre um assunto (por exemplo, sobre os alimentos transgênicos serem ou não nocivos), isso se deve à não disposição de todos os fatos, não tendo nada a ver com ética (postura correta ou errada)	

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

Em relação à subdimensão *decisões tecnológicas* (Quadro 14), dois professores concordam que os desenvolvimentos tecnológicos podem ser controlados pela população somente quando se trata de colocar em prática novos desenvolvimentos. Outros três professores concordam que sim, porque a Tecnologia está a serviço das necessidades dos consumidores. Entretanto, os outros três professores pensam que não, e destes, dois concordam que isso se deve ao fato de os progressos tecnológicos serem tão rápidos que o cidadão comum não consegue acompanhá-los. Já a outra professora concorda que a população é impedida de participar desses assuntos por aqueles que têm o poder de desenvolver a Tecnologia.

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

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

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

Construção social da Tecnologia		
Decisões tecnológicas		
14. Os desenvolvimentos tecnológicos podem ser controlados pela população.		
Categoria	Respostas	Professor

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

Para a subdimensão *aproximação científica para investigações* (Quadro 15), a qual relata que os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, seis professores concordaram que os erros não podem ser evitados e alguns podem atrasar os avanços da Ciência, porém, outros podem conduzir a novas descobertas ou avanços. Outro professor concordou que os erros não podem ser evitados, mas, na maioria dos casos, ajudam a Ciência a avançar. Por fim, um professor concordou que os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, pois estes atrasam o avanço da Ciência. A esse respeito, pondera-se que os erros podem ser considerados parte do processo científico, visto que:

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

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

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

Considerações finais

Embora se considere que o questionário VOSTS direciona a resposta do professor, fato tido como uma falha do instrumento por Lederman (2007), nesta pesquisa observou-se que o uso desse questionário possibilita verificar as concepções sobre as interações CTS dos professores com êxito, já que o pensamento deles é direcionado para esse tema.

De modo geral os resultados do presente estudo evidenciam que os professores possuem algumas concepções incompatíveis sobre as interações CTS, entre as quais se destaca a compreensão da Tecnologia como a aplicação da Ciência, da Ciência como um conjunto de informações, observações e experimentações, da Ciência como uma técnica para a resolução de problemas práticos, da Ciência como algo indefinível, de que todo conhecimento tecnológico se constitui em uma descoberta científica, a concepção de que crenças pessoais ou religiosas exercem pouca ou nenhuma influência no trabalho dos cientistas, que o objetivo da Ciência é tornar o nosso mundo um lugar melhor para vivermos, que a Tecnologia é sempre responsável pela melhoria do nível de vida das populações, que nosso pensamento não é influenciado por coisas científicas e que a Tecnologia está a serviço dos consumidores.

Referências bibliográficas

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. (2000). "Improving science teachers. Conceptions of the nature of science: a critical review of the literature". *International Journal of Science Education*, Vol. 22, n. 7, pág. 665-701.
- ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M. A., ACEVEDO, P. (2002). "Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencias, Tecnología y Sociedad". *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología, sociedad y innovación*. Núm. 2.
- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, Núm.3, pág. 1-24.
- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. (2007). "Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 4, Núm.1, pág. 42-667
- AIKENHEAD, G. S., RYAN, A., FLEMING, R. (1989). *Views on science-technology society (form CDN.mc.5)*. Saskatoon, Canada, S7N OWO: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.
- AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. (1992). "The development of a new instrument: views on science-technology-society (VOSTS)". *Science Education*, Vol. 76, Núm. 5, pág. 477-491.
- BAZZO, W. A. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: UFSC.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P; PRAIA, J.; VILCHES, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.
- CANAVARRO, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a ciência*. Coimbra: Quarteto.
- CASTORIADIS, C. (1998). *A ascensão da insignificância*. Lisboa: Bizâncio.
- CASTORIADIS, C.; CONH-BENDIT, D. (1983). *Da ecologia à autonomia*. Coimbra: Centelha.

- DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- ELLUL, J. (1988). *Le bluff technologique*. Paris: Hachette.
- FREIRE- MAIA, N. (1992). *A ciência por dentro*. 2. ed. Petrópolis: Vozes.
- JACOB, F. (1982). *O jogo dos possíveis*. Tradução de N. Almeida. Lisboa: ASA.
- JARMAN, R.; MCCLUNE, B. (2007). *Developing Scientific Literacy*. Maidenhead: Open University Press.
- KNELLER, G. (1980). *A Ciência como atividade humana*. Tradução de Antonio José de Souza. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo.
- LACEY, H. (2003). *A ciência e o bem-estar humano: para uma nova maneira de estruturar a atividade científica*. In: SANTOS, B. S. (Org.). *Conhecimento prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências*. São Paulo: Cortez.
- LEDERMAN, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). *Handbook of research on science education*. Mahwah – NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. Pág. 831– 880.
- MILLER, J. D. (2000). *The Development of Civic Scientific Literacy in the United States*, in D. D. Kumar and D. Chubin, (eds) *Science, Technology, and Society: a Sourcebook on Research and Practice*, pág. 21–47. New York: Plenum Press.
- MIRANDA, E. M. (2008a). *Estudo das concepções de professores da área de Ciências Naturais sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade*. Dissertação de mestrado em Educação – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos,
- MIRANDA, E. M.; FREITAS, D. (2008b). A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Vol.1, Núm. 3, pág.79-99.
- NUNES, J. A. (2003). Um discurso sobre as Ciências 16 anos depois. In: SANTOS, B. S. (Org.); *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente: um discurso sobre as ciências revisitado*. 2. ed. São Paulo: Cortez. Pág. 59-83.
- OSORIO, C. (2002). “Enfoques sobre la tecnología”. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación*, Núm.2.
- PASQUALI, L.(2003). *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. Petrópolis: Vozes.
- RUBBA, P.A., SCHONEWEG, C., HARKNESS, W.L. (1996). “A new scoring procedure for Views on Science-Technology-Society instrument”. *International Journal of Science Education*, Vol. 18, núm. 4, Pág. 387-400.
- SANTOS, B. S. (Org.). (2003). *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente: um discurso sobre as ciências revisitado*. 2 ed. São Paulo: Cortez.
- SANTOS, M. E. V. M. (1999). *Desafios pedagógicos para o século XXI*. Suas raízes em fontes de mudança de natureza científica, tecnológica e social. Lisboa: Livros Horizonte.
- VÁZQUEZ, A. A.; MANASSERO, A. M.; ACEVEDO, J. A., ACEVEDO, P. (2007). “Consensos sobre la naturaleza de la Ciencia: la comunidad tecnocientífica”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 6, Núm.2, pág. 331-363.
- VÁZQUEZ, A. A.; MANASSERO, M. A. M.; ACEVEDO, J. A. (2005). “Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: escalamiento de ítems”. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Vol. 7, Núm.1, pág. 1-31.
- ZIMAN, J. (1999). A ciência na sociedade moderna. In: *A ciência tal que se faz*. Lisboa: Ministério da Ciência e da Tecnologia/Edições João Sá da Costa, pág. 436-450.