

# CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS SOBRE INTERAÇÕES CTS: O QUE NOS REVELOU O QUESTIONÁRIO E A ENTREVISTA

## SCIENCE TEACHERS' CONCEPTIONS ON STS INTERACTIONS: WHAT WAS DISCLOSED IN THE QUESTIONNAIRE AND THE INTERVIEW

Elisangela Matias Miranda<sup>1</sup>  
Denise de Freitas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Educação/Departamento de Metodologia de Ensino/Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, e-mail: elismm@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Metodologia de Ensino/Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, e-mail: dfreitas@ufscar.br

### Resumo

O presente artigo visa verificar o alcance de dois instrumentos metodológicos – questionário e entrevista semi-estruturada – para a identificação das concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) de um grupo de professores de Ciências do ensino fundamental e de Biologia do ensino médio, participantes de um projeto de formação continuada<sup>3</sup>. Utilizou-se uma versão abreviada e adaptada do questionário VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*), muito em voga em estudos CTS, e realizaram-se entrevistas semi-estruturadas baseadas nesse questionário. As análises das respostas permitiram constatar que as concepções dos professores correspondem às concepções nomeadas como “descontextualizada”, “empírico-indutivista” e “aprobemática” da Natureza da Ciência e da Tecnologia, as quais podem influenciar diretamente a compreensão das interações CTS.

**Palavras-chave:** concepções sobre Natureza da Ciência e da Tecnologia de professores de ciências, interações CTS, questionário VOSTS.

### Abstract

The current article aims to verify the range of two methodological instruments – a questionnaire and a semi-structure interview – in order to identify the conceptions about the nature of science and technology and about the STS (Science – Technology – Society) interaction of a group of elementary science and biology teachers, who are taking part in a continuing education project. An abridged and adapted version of the VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*) questionnaire, which is largely used in STS studies, as well as some semi-structured interviews based on it were used in this research. The analysis of the answers enabled us to verify that the teachers' conceptions correspond to “decontextualized”, “empiricist-inductive” and “unproblematic” ones about the nature of science and technology. These views can influence directly the superficial understanding of the STS interactions.

**Keywords:** science teachers' conceptions about the nature of science and technology, STS interactions, VOSTS questionnaire.

---

<sup>1</sup> Com apoio da FAPESP.

<sup>2</sup> Com apoio parcial do CNPq.

<sup>3</sup> Programa Ensino Público – FAPESP.

## INTRODUÇÃO E SUPORTE TEÓRICO

Atualmente, a crescente divulgação das informações científicas nos meios de comunicação, que se reportam ao desenvolvimento acelerado do conhecimento científico, faz com que o ensino de Ciências enfrente novos desafios, como, por exemplo, introduzir em sala de aula noções corretas sobre os resultados de investigações no campo da Ciência e da Tecnologia.

Dada a necessidade premente de educar para formação da cidadania e alfabetização científica e tecnológica, a Ciência e a Tecnologia devem deixar de fazer parte do discurso acadêmico para serem vistas como um evento público, de construção social. Para tanto, torna-se necessário adotar a perspectiva curricular CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) na educação em geral, gerando conhecimentos básicos que possibilitem o desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente os benefícios e os riscos potenciais dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Entretanto, a perspectiva curricular CTS, desde seu surgimento, por volta da década de setenta, com o objetivo de promover a alfabetização científica e tecnológica como base da educação básica e geral de todas as pessoas, tem registrado sucessos e insucessos (ACEVEDO, 2004).

Entre os principais fatores que provocaram dificuldades para a implantação da perspectiva curricular CTS, destacam-se a formação deficitária dos professores, que, via de regra, não abrange conteúdos e procedimentos sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia, e a ausência de uma abordagem contextualizada dos conhecimentos produzidos pela Ciência na sua relação com a Tecnologia e a Sociedade. Por não conhecerem nem estarem aptos ou receptivos a esta mudança, os professores encontram dificuldades para investir em práticas de ensino nesta perspectiva, e quando o fazem, os resultados são pouco satisfatórios. Canavarro (1999) aponta que a ausência de avaliação dos conteúdos científicos na perspectiva CTS nos testes e exames nacionais também colabora para o abandono desta perspectiva em favor de práticas pedagógicas mais tradicionais.

A compreensão adequada da Natureza da Ciência 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 possibilitará que qualquer cidadão reconheça o que está envolvido em uma disputa sociocientífica e possa participar em discussões, debates e processos decisórios. A importância de se compreender a Natureza da Ciência, segundo Driver et al. (1996, apud LEDERMAN, 2007, p. 831), está pautada em cinco argumentos: (i) utilitário: é necessário para se compreender e saber administrar a Ciência e os objetos tecnológicos presentes nos processos cotidianos; (ii) democrático: é necessário para a tomada de decisão consciente sobre assuntos sociocientíficos; (iii) cultural: é necessário para se conhecer o valor da Ciência como parte da cultura contemporânea; (iv) moral: é necessário para se desenvolver a compreensão das normas da comunidade científica que se relacionam com compromissos morais da sociedade; (v) educativo: compreender a Natureza da Ciência facilita a aprendizagem de assuntos científicos.

Contudo, como se constata em diversos estudos, a apresentação de concepções inadequadas sobre Natureza da Ciência por diversos professores pode ser decorrente da ausência de contato com a atividade científica durante a formação inicial (LEDERMAN, 1992 e 2007). Em geral, são poucos os estudantes de cursos de licenciatura que realizam estágios de iniciação científica em laboratórios de pesquisa ou que tiveram em seus currículos disciplinas que possibilitassem a oportunidade de refletir e de aprender sobre o funcionamento da Ciência e da Tecnologia. Apesar de a aquisição de uma compreensão sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia não ser suficiente para integrar significativamente tais tópicos durante o ensino, a posse de concepções adequadas pelo professor continua sendo uma condição necessária, porém, não suficiente. Lederman (1992, p. 351) acrescenta que "(...) as variáveis mais importantes que

influenciam a compreensão dos estudantes sobre a Natureza da Ciência são aquelas relacionadas a comportamentos, atividades, e decisões implementadas durante a execução de uma aula”.

Lederman (1992 e 2007), em revisões extensas na literatura abrangendo pesquisas acerca das concepções de alunos e de professores sobre a Natureza da Ciência, constatou que:

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

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa mais ampla que está em andamento, em nível de mestrado. Busca-se verificar aqui o alcance de dois instrumentos usualmente adotados pelas pesquisas para identificar as concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS: o questionário VOSTS (AIKENHEAD et al., 1989) e entrevista semi-estruturada. Participaram desta pesquisa quatro professores de Ciências do ensino fundamental e de Biologia do ensino médio da rede estadual e municipal, os quais fizeram parte de um projeto de formação continuada do Programa Ensino Público – FAPESP, desenvolvido em uma cidade do interior do estado de São Paulo.

## **METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento deste trabalho de caráter qualitativo, realizou-se, em um primeiro momento, uma adaptação para a construção de uma versão reduzida do questionário VOSTS composta por nove questões, uma vez que concordamos com Canavarro (2000) que a versão completa desse questionário, por ser muito longa e exigente, resulta numa tarefa fatigante para os professores e pode repercutir negativamente na obtenção dos resultados. Posteriormente, foram elaboradas entrevistas semi-estruturadas (BOGDAN e BIKLEN, 1994; LÜDKE e ANDRÉ, 1986) tendo como referências as questões do questionário VOSTS.

O questionário VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*) foi elaborado por Aikenhead e colaboradores durante a década de 80 a partir de entrevistas, questionários e respostas abertas aplicados a estudantes com idades compreendidas entre os 17 e os 19 anos, com o objetivo de avaliar as concepções sobre Ciência em uma perspectiva de interligação da Ciência com a Tecnologia e com a Sociedade e de superar as deficiências metodológicas dos instrumentos tradicionalmente utilizados. O conteúdo das 114 questões que compõem o questionário VOSTS também foi baseado na literatura referente aos aspectos epistemológicos, sociais e tecnológicos da Ciência; por exemplo, em jornais como *Science, Technology & Human Values*, ou *Bulletin of Science, Technology & Society*, em livros e artigos como os de Barnes Fleming, Gauld, Holton, Kuhn, Snow e Ziman (AIKENHEAD e RYAN, 1992, p. 480).

Esse questionário resulta de uma produção empírica em que cada uma das frases e opções reflete a opinião de quem responde e não somente o conhecimento teórico da área ou do pesquisador, como é usual em propostas escritas e aplicadas em pesquisas sobre a Natureza da Ciência. Segundo os autores Aikenhead e Ryan (1992), essa construção empírica aponta uma legitimidade adicional às questões, bem como uma validação inerente ao próprio processo de desenvolvimento do questionário. De acordo com as características do questionário VOSTS, optou-se por tratar e analisar os dados recorrendo às frequências de escolha em cada questão e, a partir da classificação das respostas do VOSTS, utilizando as três categorias que foram construídas por Rubba e Harkness (1993) e Rubba et al. (1996). Essas categorias correspondem respectivamente a três concepções: “realista” representa uma escolha que expressa uma concepção apropriada sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS; “aceitável” representa uma escolha parcialmente legítima, com alguns méritos, mas não totalmente adequada sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS; “ingênua” representa uma escolha inapropriada.

Em função dos objetivos deste trabalho, optou-se também pela utilização de uma entrevista semi-estruturada como forma de complementar e esclarecer possíveis lacunas deixadas pelo questionário VOSTS, o que, segundo Lüdke e André (1986), torna extremamente eficaz a obtenção das informações desejadas. Desse modo, a utilização combinada de questionários e entrevistas é particularmente útil, pois os questionários proporcionam uma imagem ampliada, enquanto as entrevistas permitem aprofundá-la. A opção pela entrevista semi-estruturada em detrimento da entrevista estruturada deve-se ao fato de ela “assemelhar-se a uma conversa”, diferenciando-se pelo nível de controle estabelecido pelo entrevistador no diálogo, como sublinham Gewandsznajder e Mazzotti (1999, p.168). Do mesmo modo, a entrevista semi-estruturada atenta para uma interação e influência recíprocas entre entrevistador/entrevistado e é norteada por um esquema básico que, ao se realizar, pode sofrer modificações e adaptações (LÜDKE e ANDRÉ, 1986). O roteiro da entrevista semi-estruturada é composto por nove questões que foram baseadas no questionário VOSTS e abrangeram as seguintes dimensões: 1) definição de Ciência e Tecnologia; 2) influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia; 3) influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade.

Esta pesquisa contou com a participação de quatro professores (designados na pesquisa por Sílvia, Marlene, Maurício e Vanda) de Ciências do ensino fundamental e de Biologia do ensino médio, aos quais foi aplicado o questionário VOSTS ao final do curso de formação continuada do qual participavam. Após cinco meses, realizaram-se entrevistas semi-estruturadas com os mesmos professores, com duração média de trinta minutos. Ao final, as respostas dos professores ao questionário VOSTS e as transcrições de suas entrevistas foram submetidas a uma análise com o objetivo de verificar suas concepções sobre Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS. Este procedimento possibilitou confrontar as concepções dos professores manifestas nos dois instrumentos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### ***Concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS contempladas no questionário VOSTS***

Os resultados obtidos por meio do questionário VOSTS apontam que as professoras Marlene e Vanda concordaram com a afirmação que define Ciência como “*A exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funciona*”. Definir Ciência de acordo com essa afirmação representa uma concepção “realista”, uma vez que considera o seu caráter explicativo e de validação dos processos científicos (RUBBA e HARKNESS, 1993). Os professores Sílvia e Maurício possuem uma concepção “aceitável”

sobre Ciência, pois concordaram com a afirmação que define a mesma como “*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)*”. Concordar com essa afirmação corresponde a uma concepção “aceitável” e não “realista” da Ciência porque, segundo Ziman (2000), esse tipo de declaração restringe a Ciência apenas a seu aspecto instrumental, que pode ser resumido pelo acrônimo P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), em que a pesquisa científica tem como papel fundamental descobrir e inventar coisas úteis.

Em relação à *definição de Tecnologia*, observa-se que três professores (Marlene, Vanda e Maurício) a definem segundo uma concepção “realista”, pois concordam que a Tecnologia é “*Um conjunto de idéias e técnicas para a concepção de produtos, para a organização do trabalho das pessoas, para o progresso da sociedade*”. Nessa perspectiva, segundo Osório (2002), o fator fundamental é o desenvolvimento tecnológico como inovação social e cultural, no qual a Tecnologia é compreendida como fundamento da prática social e como um conjunto de componentes sociotecnológicos inter-relacionados, que envolve não somente as tradicionais referências de mercado, mas também os aspectos organizativos e os âmbitos culturais e éticos. Ainda em relação à *definição de Tecnologia*, observou-se que somente o professor Sílvio concorda com a afirmação que define Tecnologia como “*Uma técnica para a resolução de problemas práticos*”, afirmação classificada por Rubba e Harkness (1993) como “aceitável”. Segundo Osório (2002), essa afirmação restringe a Tecnologia apenas a seu aspecto instrumental, o que corresponde a uma concepção tradicional, pois considera que a Tecnologia representa somente as ferramentas ou técnicas construídas para resolução de tarefas, resultados do conhecimento técnico e de técnicas empíricas. Esse tipo de concepção separa as tecnologias do seu contexto social, econômico e político, já que nessa perspectiva as tecnologias são consideradas produtos neutros que podem ser usados para o mal ou para o bem, ou seja, não estão sujeitas a um debate ético e social no qual a Sociedade é responsável pelo seu uso.

Constatou-se também que os professores não assinalaram as afirmações do questionário que definem Tecnologia como “*Muito parecida com a Ciência*”. Segundo Acevedo (2006), concordar com tal afirmação significa considerar a Ciência e a Tecnologia uma Tecnociência, ou seja, “um complexo sistema científico-tecnológico que designa atividades de investigação, desenvolvimento e inovação, nas quais a Ciência e a Tecnologia estão completamente unidas e se reforçam para o benefício mútuo, tanto em seus procedimentos como em seus resultados” (p. 211).

Na dimensão *interdependência da Ciência e da Tecnologia*, foi pedido aos professores que se posicionassem diante da afirmação: “*Os tecnólogos têm seu próprio corpo de conhecimento. Poucos desenvolvimentos em Tecnologia vieram diretamente de descobertas realizadas pela Ciência*”. Como respostas, os professores assinalaram a afirmação: “*Tecnologia avança confiando igualmente nas descobertas científicas e em seu próprio corpo de conhecimento*”, do questionário VOSTS. Esse posicionamento indica que eles compreendem que há uma relação de complementaridade na interação Ciência-Tecnologia, o que corresponde a uma concepção “realista”, segundo Rubba e Harkness (1993). Da mesma forma, Santos (1999) alerta que os laços entre a Ciência e Tecnologia não são exageradamente fortes para que não se consiga compreender que cada uma possui um corpo de conhecimentos próprios ou que não se consiga falar de uma sem considerar a outra: são antes laços que as unem e as fazem depender mutuamente.

Na dimensão *influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia*, os professores tiveram de se posicionarem diante da afirmação: “*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*”. A professora Marlene concordou com a afirmação: “*Porque os grupos mais poderosos que representam convicções culturais, políticas ou religiosas apoiarão determinados*

*projetos de pesquisa ou darão dinheiro para impedir que determinada pesquisa ocorra*”, que corresponde a uma concepção “realista”. A professora Vanda concordou com a afirmação: *“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)”*, que corresponde a uma concepção “aceitável”. Os professores Maurício e Sílvio concordaram com a afirmação que corresponde a uma concepção “aceitável”: *“Porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. São essas diferenças individuais dos cientistas que influenciam o tipo de pesquisa a ser feita”*. As afirmações assinaladas pelos professores Sílvio, Maurício e Marlene indicam que eles consideram a existência da influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, evidenciando assim uma posição menos positivista sobre a Ciência.

Para Aikenhead (2001), a influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia não deve ser ignorada, pois a sociedade criou uma cultura científica que possui valores e normas que conduzem o trabalho dos cientistas, como, por exemplo, nas suas escolhas teóricas e metodológicas. Os valores e normas são internalizados pelos cientistas, tornando-se um paradigma e estabelecendo relações de contraste com outros valores constitutivos (por exemplo, parcimônia, precisão, compreensão, objetividade, etc.), com aspectos do contexto social e com outros valores culturais com os quais os cientistas convivem diariamente.

Na dimensão *influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade*, se questionou se *“A Ciência e a Tecnologia influenciam nosso pensamento diário porque nos dão palavras e idéias novas”*. Os professores foram consensuais e concordaram com a afirmação: *“A Ciência e a Tecnologia são poderosas influências em nossas vidas diárias, não apenas por gerar palavras e idéias, mas porque quase tudo o que nós fazemos, e tudo ao nosso redor, de algum modo, tem sido pesquisado pela Ciência e Tecnologia”*. Essa afirmação é considerada “realista”, pois corresponde a uma atitude positiva diante da atividade científica e tecnológica (RUBBA e HARKNESS, 1993), uma vez que a Ciência não pode ser considerada desligada da Sociedade e da Tecnologia e que ambas influenciam constantemente o dia-a-dia das populações através das inúmeras descobertas e desenvolvimentos científicos, potenciados por recentes conquistas médicas e biotecnológicas que são divulgadas pela mídia e também pela escola (CANAVARRO, 1999).

### ***Concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS contempladas na entrevista***

#### **PROFESSOR SÍLVIO**

Sílvio é professor de Ciências do ensino fundamental e de Biologia do ensino médio há 10 anos. Graduou-se em licenciatura em Ciências Biológicas em uma faculdade particular no ano de 1994. Antes e mesmo durante a graduação, trabalhou em diversos empregos.

Ao definir *Ciência*, o professor a descreve como *“o conhecimento, o estudo, a parte teórica, a parte de construção de conhecimento. Acho que Ciência é a parte lógica”*. Sua declaração indica uma concepção “descontextualizada” sobre a Ciência, que pode ser problemática no contexto educacional por tomar a mesma como fator absoluto do progresso e os cientistas como gênios que falam uma linguagem complexa e de difícil acesso. Além disso, desconsideram-se as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (FERNÁNDEZ et al., 2002).

Em relação à *definição de Tecnologia*, ele declara que é *“a aplicação da ciência através de aparelhagem, através de instrumentos, do uso do conhecimento que vem da ciência. Por isso que eu falei que a Ciência é uma parte teórica de conhecimento, de análise e de estudo. Aí vem a Tecnologia e aplica isso, então, o uso que nós temos é o resultado da Tecnologia estudada por uma Ciência”*. Ao considerar que a *Tecnologia é a Ciência aplicada*, o professor ignora as

interações CTS e demonstra possuir uma concepção idealista da Tecnologia com origem na filosofia positivista. Segundo Osorio (2002), esse tipo de pensamento equivale a afirmar que o desenvolvimento tecnológico depende hierarquicamente da investigação científica, ou seja, o conhecimento prático se subordina ao teórico e as teorias com as quais trabalha um tecnólogo são menos complexas que as científicas. Essa concepção é inadequada, pois fomenta a superioridade do conhecimento científico sobre o tecnológico, além de desconsiderar que existam teorias procedentes da própria Tecnologia. O ensino de Ciências pode favorecer a dispersão desse tipo de concepção quando apenas se reporta à Tecnologia por meio de exemplos que ilustram alguns princípios da Ciência. No entanto, sabe-se que o desenvolvimento dos produtos tecnológicos não é explicado somente por um único princípio científico (ACEVEDO, 2006).

O professor Sílvio ainda diz que: “*A gente lembra muito de computadores quando lembra de Tecnologia*”, demonstrando compreender que a Tecnologia está relacionada a um conjunto de produtos fabricados. Esse tipo de concepção sobre Tecnologia é considerada por Osório (2002) instrumental e tradicional, sendo muito comum entre as pessoas e também muito disseminada pela engenharia. Como consequência, se aceita que os efeitos negativos gerados pela Tecnologia sejam extrínsecos a ela, à política social ou a algo semelhante. Em efeito, reduz consideravelmente o âmbito das avaliações e a análise crítica das tecnologias, ignorando os interesses sociais, econômicos e políticos daqueles que planejam, desenvolvem, financiam e controlam a Tecnologia (OSORIO, 2002).

No que diz respeito à dimensão *influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia*, o professor Sílvio diz que é “*necessário, mas tem os prós e contras, isto atrapalha e ajuda. Atrapalha o desenvolvimento de alguma pesquisa, que pode ser até interessante, mas que barra na ética, em conceitos humanos, religiosos*”. Em relação à influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, para o professor Sílvio, ela ocorre principalmente pelo avanço tecnológico que influencia diretamente a Ciência com a criação de novos equipamentos que possibilitam que as pesquisas avancem, e que a Sociedade sofre influências principalmente na rápida “*mudança de gerações*”. Estas declarações revelam que o professor Sílvio compreende que a Ciência e a Tecnologia estão profundamente socializadas e que se confundem e misturam com a própria sociedade, adquirindo um papel de responsabilidade social que não pode ser rejeitado e criticado. Nesse sentido, no domínio da Ciência, as instituições sociais têm um papel estabilizador e regulador do conhecimento científico, conferindo-lhe um caráter mais efetivo e seguro do que ele teria se estivesse institucionalizado (NÚÑEZ 1999).

## **PROFESSORA MARLENE**

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

Para a professora Marlene, a Ciência é um “*conjunto de informações acumuladas pela humanidade, de observações e de experimentações que são usadas para o esclarecimento de fenômenos*”, pensamento que pode ser classificado como “empírico-indutivista” da Ciência (FERNÁNDEZ et al., 2002), pois a considera como resultado do acúmulo de informações gerado pela observação e pela experimentação. Esse pensamento revela uma compreensão do conhecimento como produto de um desenvolvimento linear e simplesmente acumulativo, ignorando as crises e as remodelações profundas, frutos de processos complexos que não se deixam ajustar por nenhum modelo definido de desenvolvimento científico. Tal concepção, portanto, é considerada simplista, embora seja muito divulgada pelo ensino de Ciências, que apresenta as teorias científicas e tecnológicas atualmente aceitas sem mostrar o seu complexo

processo de construção e sem se referir aos freqüentes confrontos entre teorias rivais (FERNÁNDEZ et al., 2002). Ostermann e Moreira (1999) consideram que o professor que compreende a Ciência segundo uma concepção “empírico-indutivista” pode cometer um erro didático e epistemológico ao ensinar para o aluno que basta observar para descobrir leis e teorias e que o conhecimento científico é produzido exclusivamente através do método científico.

Em relação à *definição de Tecnologia*, a professora Marlene demonstra possuir uma concepção semelhante à do professor Sílvio, ao considerar que a Tecnologia está subordinada à Ciência, dizendo: “*Seria a técnica tomando como base o conhecimento formal, científico, para interpretar, para elucidar e para resolver algum problema. Eu entendo que a Tecnologia tem que se basear no conhecimento científico para resolver certos problemas os quais a Ciência interpelou*”. Entretanto, diferentemente do professor Sílvio, a professora Marlene não define a Tecnologia como um conjunto de produtos fabricados (ferramentas, instrumentos, computadores), mas sim como “*os conhecimentos técnicos necessários para delinear e realizar tarefas produtivas*”.

No que diz respeito à dimensão *influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia*, a professora Marlene considera que a Sociedade pode exercer influência quando possui conhecimentos sobre o assunto, contudo, atualmente, “*grupos fundamentalistas, religiosos, culturais não conseguem ter tanta força mais sobre os cientistas, pois os cientistas se firmaram, assim como a pesquisa e o pesquisador são conceituados para grande parte das pessoas*”. Em relação à *influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade*, para a professora Marlene, essa influência ocorre “*através da internet, das Tecnologias das telecomunicações, Tecnologias do DNA aplicadas em saúde, produção de medicamentos através da manipulação do DNA de bactérias... então, só estes exemplos mudaram completamente a vida das pessoas*”. Por esse pensamento, observa-se que a professora reconhece algumas interações CTS.

## **PROFESSOR MAURÍCIO**

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

Para o professor Maurício, Ciência “*é tudo o que as pessoas fazem, sejam cientistas ou não, na busca de explicar algum fenômeno que é observável*”. Esse pensamento, segundo Acevedo (2006), considera a Ciência como um processo investigativo sistemático que resulta em um conhecimento, constituindo, portanto, uma concepção limitada da prática científica e das suas diversas dimensões (técnica, organizativa, ideológico-cultural, afetiva ou emotiva). Fernández et al. (2002, p. 479) nomeia essa concepção como “empírico-indutivista” da Ciência, resultando na compreensão da observação e da experimentação possivelmente “neutras” do trabalho dos cientistas, o qual não seria influenciado por crenças religiosas ou pessoais. Para o referido autor, esse tipo de concepção é muito freqüente entre os professores devido à influência da mídia e dos livros-textos, que continuam a transmitir como modelo de atividade científica a experimentação e o subsequente descobrimento gerado por ela. Ela é uma imagem “ingênua” da Ciência, mas socialmente aceita.

Para ele, Tecnologia “*é tudo o que se faz para buscar melhoria e bem-estar da humanidade. Por exemplo, melhorando as técnicas de plantio para aumentar a produtividade, usando equipamentos e instrumentos, você está mexendo com Tecnologia*”. Esse pensamento indica, segundo Acevedo (2006, p.200), que o professor compreende a Tecnologia como “*conhecimentos técnicos, metodologias, capacidades e destrezas necessárias para poder delinear e realizar as tarefas produtivas*”. O professor compreende adequadamente que a

Ciência e a Tecnologia são independentes ou quase independentes ao descrever uma inovação tecnológica (o telefone celular) baseada em conhecimentos científicos e analisá-la sob um ponto de vista ontológico: “(...) de certa maneira foi a Ciência que acabou levando ao desenvolvimento de tudo isso. Foi a própria Ciência que gerou o desenvolvimento do celular e da comunicação, então, isso daí acaba interferindo também na sociedade”. Entretanto, segundo Acevedo (2006), não se pode desconsiderar que a prática científica também pode ser condicionada pela Tecnologia e que nem toda atividade científica atualmente está respondendo a prioridades tecnológicas.

No que diz respeito à dimensão *influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia*, o professor possui uma concepção “realista”, pois relata que “se dividíssemos a população de acordo com renda e grau de instrução, a maior parte dela não está voltada para este lado de Tecnologia, de educação e Ciência. Portanto, a visão da população é muito restrita com relação a este grupo, e a influência dela com o desenvolvimento da Tecnologia, de educação e da Ciência é muito pequena. Entretanto, a influência dos pesquisadores das universidades e das empresas é muito maior na área da Tecnologia, da educação e da Ciência”.

Em relação à dimensão *influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade*, o professor Maurício diz: “Atualmente, toda a nossa sociedade fala do aquecimento global e do desenvolvimento da Ciência, que estão afetando a nossa sociedade. Quando se detecta quais são os fatores que estão fazendo com que isso aconteça, é a Ciência que desenvolveu tudo isso e interfere na sociedade. Então, vamos citar como nós podemos diminuir o lançamento de CO<sub>2</sub> na atmosfera: é a Ciência que explica tudo isso usando a Tecnologia, melhorando nossa sociedade. Então, foi a Ciência que levou ao desenvolvimento da Tecnologia, melhorando nossa sociedade”. Esse pensamento revela que o professor possui uma concepção “descontextualizada” na qual deposita sobre a Ciência e a Tecnologia toda a responsabilidade pela situação atual de degradação do planeta e também pela resolução destes problemas. Nesse contexto, considera-se que o professor possui uma concepção adequada sobre tal dimensão, pois, segundo Fernández et al. (2002, p. 482), não se deve responsabilizar somente a Ciência e a Tecnologia, ou seja, não só os cientistas e tecnólogos estão criando e produzindo esta situação de degradação, mas um conjunto de pessoas (economistas, políticos, empresários e operários). Portanto, as críticas e as chamadas à responsabilidade devem estender-se a todos, inclusive aos cidadãos consumidores.

## **PROFESSORA VANDA**

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

A professora Vanda define Ciência como “vários conhecimentos que se aplicam na nossa vida e que explicam o mundo ao nosso redor”, pensamento que pode ser interpretado como uma concepção da Ciência aplicada para propósitos práticos, em que os conhecimentos científicos são utilizados para produzir coisas novas e para responder a algum problema, ou seja, todo conhecimento científico seria uma solução a uma questão. Para Fernández et al. (2002, p. 480), essa visão é classificada como “aprobemática”. Segundo o autor, o ensino de Ciências pode favorecer a disseminação desse tipo de concepção quando há uma preocupação exclusiva com a transmissão de conhecimentos já estabelecidos, ignorando-se os problemas e as dificuldades que estiveram na gênese desses mesmos conhecimentos, bem como as limitações do conhecimento científico atual.

Em relação à *definição de Tecnologia*, relata que “A Tecnologia para mim é muito parecida com a Ciência, é difícil estar delimitando onde começa uma e termina outra, eu acho

*que os avanços que acontecem na Tecnologia podem ocorrer na área da Ciência, também são conhecimentos. Quando penso em Tecnologia, eu penso em máquina, em computador, em avanço nessa parte mais prática, que acaba ajudando a parte da Ciência*". Essa declaração expõe uma compreensão adequada da relação da Ciência e da Tecnologia, interpretada como uma Tecnociência. Para Núñez (1999), o termo Tecnociência não deve conduzir ao cancelamento das identidades da Ciência e da Tecnologia, mas sim estimular pesquisas sobre suas conexões e interações e suas práticas políticas. As Tecnociências não só investigam processos naturais como também objetos e processos da própria instrumentalização da pesquisa que é realizada. Do mesmo modo, os resultados da pesquisa são avaliados principalmente por critérios de eficácia de manipulação e operação, ou seja, só através disso é possível julgar o valor verdadeiro dos conhecimentos implicados.

No que diz respeito à dimensão *influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia*, a professora descreve a existência dessa influência principalmente em pesquisas da área médica, como, por exemplo, *"avanço nos testes para Aids, para doença da Aids"*, demonstrando possuir uma concepção muito restrita, na qual todos os conhecimentos científicos e tecnológicos são respostas a uma questão ou problema. Segundo Fernández et al. (2002), o ensino alicerçado nessa concepção transmite os conhecimentos científicos e tecnológicos já elaborados, ignorando quais foram os problemas que se pretendiam resolver e como se deu a evolução de tais conhecimentos.

Em relação à dimensão *influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade*, a professora Vanda enfatiza que a Tecnologia é o que possibilitou o desenvolvimento da *"comunicação via computador com e-mail, tornando-a mais rápida e eficiente, permitindo o acesso à informação, por exemplo, por meio da internet e conseqüentemente gerou a mudança de postura das pessoas, porque atualmente temos mais conhecimento"*. Segundo Osorio (2002), deve-se também considerar que as relações de influência da Tecnologia e da Ciência com a Sociedade são muito complexas, fazendo com que sejam também socialmente moldadas, pois a Tecnologia influencia a organização social e a distribuição de poder. Tais influências podem ser observadas, por exemplo, nas conseqüências políticas e sociais da energia nuclear e das telecomunicações, cujo impacto social reside na determinação de estilos de vida, de relações interpessoais, de valores e de relações de poder.

## **ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**

Ao confrontar as respostas dos professores obtidas no questionário e na entrevista, observa-se a coexistência de ambigüidade nas expressões que manifestam suas maneiras de compreender as interações CTS. Pode-se indagar se a adaptação do questionário VOSTS com a redução do número de questões para o desenvolvimento do presente trabalho pode ter restringido a exploração mais abrangente e articulada das concepções dos professores e, conseqüentemente, aumentado as discrepâncias entre as concepções observadas no questionário com aquelas observadas nas entrevistas. Contudo, como descrito na metodologia, a versão completa do questionário possui 114 questões, sendo muito longa e exigente para ser respondida, o que resultaria em uma tarefa fatigante para os professores e poderia repercutir negativamente na obtenção dos resultados (CANAVARRO, 2000).

Neste trabalho, cada uma das ferramentas utilizadas, questionário VOSTS e entrevistas semi-estruturadas, apresentou vantagens e desvantagens para a identificação das concepções de professores sobre as interações CTS. No que diz respeito ao questionário, o seu uso assegurou a cobertura de um número predeterminado de aspectos do tema estudado. Do mesmo modo, as entrevistas permitiram a obtenção de informações na linguagem do próprio indivíduo, sem eventuais limitações impostas pela escrita, dando oportunidade para a pesquisadora esclarecer e aprofundar os temas investigados. Em suma, considera-se que a utilização de questionários

empiricamente desenvolvidos, como o VOSTS (AIKENHEAD, 1989; AIKENHEAD e RYAN, 1992; RUBBA e HARKNESS, 1993), juntamente com outros procedimentos metodológicos, tais como entrevistas semi-estruturadas baseadas no mesmo questionário, permitem melhorar a eficiência da avaliação das concepções dos professores sobre as interações CTS.

Assim como em outras pesquisas, constatou-se que os professores difundem concepções pouco adequadas acerca da Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS no seu discurso e, consequentemente, nas suas aulas, o que significa que um dos grandes desafios da educação para a cidadania e para a promoção da alfabetização científica e tecnológica depende dos investimentos realizados na formação de professores de qualidade (HARGREAVES, 2003).

Especificamente no campo do ensino de Ciências, torna-se necessário adotar a perspectiva curricular Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), uma vez que a mesma permite a geração de conhecimentos básicos que possibilitam o desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente os benefícios e os riscos potenciais dos novos conhecimentos científicos e tecnológicos. E possuem como prioridade uma aproximação às realidades do cotidiano, tendo como principal objetivo a alfabetização científica e tecnológica para que os alunos possam atuar como cidadãos, tomando decisões e agindo com responsabilidade social (SANTOS e MORTIMER, 2001). Entretanto, observa-se que poucos professores adotam o currículo CTS, provavelmente por não compreenderem o caráter social e político do desenvolvimento científico e tecnológico, fato que pode estar diretamente ligado ao insucesso, em âmbito internacional, da implementação de currículos pautados na perspectiva de ensino CTS nas aulas de Ciências.

## REFERÊNCIAS

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

\_\_\_\_\_. 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. 1, n. 1, p. 3-16, 2004.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, v.76, nº 5, p. 477-491, 1992.

\_\_\_\_\_; RYAN, A.G.; FLEMING, R.W. Views on science-technology society (form CDN.mc.5). Saskatoon, Canada, S7N OWO: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan. 1989. Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2006.

\_\_\_\_\_. Science Communication with the Public: A Cross-Cultural Event. In: BRYANT, C.; GORE, M.; STOCKLMAYER, S. (Ed.). *Science Communication in Theory and Practice*. Netherlands: Kluwer Academic, p. 23-45, 2001.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação – Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Alegre: Porto Editora, 1994.

CANAVARRO, J. M. *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto, 1999.

\_\_\_\_\_. *O que se pensa sobre a ciência*. Coimbra: Quarteto, 2000.

DRIVER, R., et al. *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press. 1996.

FERNÁNDEZ, I. et al. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.

GEWANDSZNAJDER, F.; MAZZOTTI-ALVES, A.J. *O método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. 2. ed. – São Paulo: Thomson, 1999.

- HARGREAVES, A. *O ensino na Sociedade do Conhecimento: a educação na era da insegurança*. Porto: Porto Editora, 2003.
- LEDERMAN, N.G. Nature of science: past, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N.G. (Ed.). *Handbook of research on science education*. Mahwah – NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. p. 831– 880, 2007.
- \_\_\_\_\_. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 26, n. 9, p. 771-783, 1992.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- NÚÑEZ, J.J. *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. Lo que la educación científica no debería olvidar. Havana: Editorial Félix Varela. 1999.
- OSORIO, C. Enfoques sobre la tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, n. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/osorio.htm>> Acesso em: 22 mar. 2006.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. *A Física na Formação de Professores do Ensino Fundamental*. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1999.
- RUBBA, P., SCHONEWEG, C. AND HARKNESS, W. A new scoring procedure for Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, v. 18, p. 387-400. 1996.
- \_\_\_\_\_; E HARKNESS, W. Examination of preservice and in-service secondary Science-Technology-Society interactions. *Science Education*. v. 77, n. 4, p. 407-431. 1993.
- SANTOS, M.E.V.M.A. *Desafios pedagógicos para o século XXI. Suas raízes em fontes de mudança de natureza científica, tecnológica e social*. Lisboa: Livros Horizonte. 1999.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.
- VÁZQUEZ, A. et al. Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, v. 4, p. 135-176, 2001.
- ZIMAN, J. *Real Science: what it is, and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press. 2000.