

A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista¹

ELISANGELA MATIAS MIRANDA¹, DENISE DE FREITAS²

¹ *Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação, Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar (elisimm@gmail.com)*

² *Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar (dfreitas@ufscar.br)*

Resumo. O presente estudo investigou a compreensão sobre as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) 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. Nesta investigação, utilizou-se uma abordagem qualitativa e, como métodos de coleta de dados, aplicou-se a quatro professores de Ciências Naturais do ensino fundamental e médio uma versão abreviada e adaptada do questionário VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*) e realizaram-se entrevistas semi-estruturadas baseadas nesse questionário. 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 ciências e biologia e o papel da escola na sociedade.

Abstract. The current study is intended to investigate the understanding of a group of Science (elementary) and Biology (high school) teachers who work in public schools (municipal and state) in the city of São Carlos about the Science, Technology and Society (STS) interactions. The data was obtained by means of the application of the VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*) questionnaire to four elementary and high school Science teachers. These teachers were also submitted to a semi-structured interview with questions based on the VOSTS. The VOSTS questionnaire was applied in an abridged and adapted version. The results show that the participating teachers of this study have some misconceptions about the STS interactions. Moreover, their concerns go beyond the implementation of the STS teaching perspective, being based on broader educational issues, such as the continuous approval method, the reduction of the number of Science and Biology classes, and the school's role in society.

Palavras-chave: compreensão de professores sobre as interações CTS, questionário VOSTS, entrevista semi-estruturada.

Keywords: science teachers' conceptions about the STS interactions, VOSTS questionnaire, semi-structured interview.

1.Introdução

No mundo atual, a Ciência e a Tecnologia, com seus desenvolvimentos e influências nas dimensões humana, social, cultural e econômica, passaram a constituir objetos de debates sobre suas naturezas, suas potencialidades e seus limites, em função, entre outros fatores, de seus impactos em relação ao bem-estar da sociedade. Como diz Santos (2003, p. 17), “o conhecimento científico é hoje a forma oficialmente privilegiada de conhecimento e sua importância para a vida das sociedades contemporâneas não oferece contestação”. Embora os debates relativos à Ciência e à Tecnologia tenham permanecido restritos por longos períodos aos cientistas, tecnólogos, filósofos e políticos, entre outros especialistas de várias áreas, hoje se torna cada vez mais necessário que a Sociedade, além

¹ Trabalho financiado pela Capes e pela FAPESP (processo nº 06/53404-8). Uma versão anterior foi apresentada no IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), em Florianópolis – SC, 2007.

de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, possa ter condições de avaliar e tomar decisões sobre fatos e conseqüências que venham a afetar diretamente suas vidas (SANTOS, 2003; PRAIA; CACHAPUZ, 2005).

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

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

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 essa mudança, os professores encontram dificuldades para investir em práticas de ensino nessa 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 dessa 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 participe de discussões, debates e processos decisórios.

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

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

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

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

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

educativo: compreender a Natureza da Ciência facilita a aprendizagem de assuntos 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, 2007). Em geral, são poucos os estudantes de cursos de licenciatura que realizam estágios de iniciação científica em laboratórios de pesquisa ou que têm em seus currículos disciplinas que possibilitem 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.

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 gerar discrepância nas interpretações das questões por parte de quem responde. Recomenda-se, portanto, o uso de outras metodologias que ajudem a aprofundar esse tema, tais como entrevistas, observações, etc.

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

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa mais ampla já concluída, em nível de mestrado², cujo objetivo foi analisar a compreensão sobre as interações CTS 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, os quais fizeram parte de um projeto de formação continuada do Programa Ensino Público – FAPESP. Buscou-se também verificar as possibilidades de alcance de resultados quando se associam dois instrumentos usualmente adotados pelas pesquisas para identificar as concepções de professores sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS, quais sejam: o questionário e a entrevista. No caso, foram utilizados a versão adaptada do questionário VOSTS e um protocolo de entrevista semi-estruturada.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento desta pesquisa, de caráter qualitativo, realizou-se, em um primeiro momento, uma adaptação para a construção de uma versão abreviada 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

² MIRANDA, E. M. *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, 2008.

na obtenção dos resultados. As respostas ao questionário VOSTS, aplicado a um grupo de professores de Ciências Naturais do ensino fundamental e médio, passaram por uma análise interpretativa pautada na literatura, e somente parte dessa análise é apresentada neste artigo.

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; 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.

Em função dos objetivos deste trabalho, optou-se também pela utilização de uma entrevista semi-estruturada (BOGDAN; BIKLEN, 1994; LÜDKE; ANDRÉ, 1986) 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. A utilização combinada de questionários e entrevistas é particularmente útil porque os questionários proporcionam uma imagem ampliada, enquanto as entrevistas permitem aprofundá-la.

O roteiro da entrevista semi-estruturada é composto por nove questões baseadas no questionário VOSTS e que abrangem 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.

As transcrições das entrevistas foram submetidas a um processo de paráfrase e posteriormente foram analisadas qualitativamente com base na literatura. A paráfrase é

muito útil por consistir de um procedimento envolvido na solução de problemas de compreensão. Nesse sentido, Hilgert (1989) relata que o uso de paráfrases garante a intercompreensão explicitando (por meio de exemplificações) e especificando, resumindo ou denominando informações da matriz. Desse modo, é importante destacar que

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

A paráfrase também pode ser definida como uma atividade de

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

Na primeira etapa da análise das entrevistas semi-estruturadas, realizou-se a paráfrase dos dados transcritos, não sendo feito um resumo, pois este consiste na redução do texto original mantendo-se apenas as idéias iniciais, na progressão e seqüência em que vão surgindo no texto, o que poderia comprometer a interpretação dos dados. Assim, inicialmente, após diversas leituras, os trechos menos relevantes ou que possuíam significados semelhantes foram localizados e suprimidos (primeira redução). Em um segundo momento, quando se julgou necessário, algumas paráfrases semelhantes foram condensadas (segunda redução) (FLICK, 2004). Logo, a realização da paráfrase do conteúdo das entrevistas é relevante nesta pesquisa, não consistindo em um estudo lingüístico ou de análise de discurso, haja vista que foi utilizada como um recurso para possibilitar uma análise interpretativa pautada na literatura, coerente e concisa.

Esta pesquisa contou com a participação de quatro professores (designados na pesquisa por Sílvio, 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 compreensões sobre as interações CTS.

3.Resultados e Discussão

3.1 – 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 funcionam*”. Os professores Sílvio e Maurício 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)*”. Contudo, considera-se que a Ciência situa-se além do conhecimento do senso comum, por se tratar de uma construção humana que resulta de uma prática que está intrinsecamente voltada para produzir e cujo desenvolvimento se faz por meio de processos sociais e racionais, tratando-se claramente de um fato histórico, contingente e cultural (CANAVARRO, 1999).

Em relação à *definição de Tecnologia*, observa-se que três professores (Marlene, Vanda e Maurício) 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 Osorio (2002), o fator fundamental é o desenvolvimento tecnológico como inovação social e cultural, sendo a Tecnologia 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*”. Segundo Osorio (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 a resolução de tarefas, resultado do conhecimento técnico e de técnicas empíricas. Esse tipo de concepção separa as tecnologias do seu contexto social, econômico e político, já que elas são consideradas produtos neutros que podem ser usados para o mal ou para o bem, ou seja, não estão sujeitas a um debate ético e social no qual a Sociedade é responsável pelo seu uso.

Em relação à *influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia*, os professores tiveram de se posicionar 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*”. 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)”*. Os professores Maurício e Sílvio concordaram com a afirmação: *“Porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. São essas diferenças individuais dos cientistas que influenciam o tipo de pesquisa a ser feita”*.

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, a Ciência exerce alguma influência (KNELLER, 1980).

Na dimensão *influência da Ciência e da Tecnologia na Sociedade*, foi questionado 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”*. Esse posicionamento, possivelmente, indica que eles compreendem que há uma relação de complementaridade na interação Ciência-Tecnologia. Contudo, Santos (1999) alerta que os laços entre a Ciência e a 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.

3.2 – Concepções sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e das interações CTS contempladas na entrevista

PROFESSOR SÍLVIO

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

Segundo ele, a Ciência é *o conhecimento, o estudo, a parte teórica de construção de conhecimento. Os estudos da Ciência vieram para facilitar a vida e ajudar em muitas*

questões que temos hoje com a aplicação da Tecnologia.

Analisando a definição de Ciência dada pelo professor Sílvio, pode-se considerar que esta descreve o caráter operatório da Ciência, que pode ser resumido pelo acrônimo P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), em que a pesquisa científica tem como papel fundamental descobrir e inventar coisas úteis para a Sociedade (ZIMAN, 2000).

A Tecnologia é a aplicação da Ciência através de aparelhagem e instrumentos. É o uso do conhecimento que vem da Ciência, que é aplicado pela Tecnologia. Embora a Tecnologia seja um ferro a passar, teve-se um conhecimento, um estudo que reconheceu que a resistência aquecia, assim, a Ciência ajudou a Tecnologia.

Em relação à definição de Tecnologia, o professor a descreve considerando o seu caráter instrumental, visto entendê-la como aplicação da Ciência, o que possivelmente equivale a afirmar que o desenvolvimento tecnológico depende hierarquicamente da pesquisa científica, ou seja, o conhecimento prático se subordina ao teórico e as teorias com as quais trabalha um tecnólogo são menos complexas que as científicas (OSORIO, 2002).

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

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

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

Sobre a influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, pode-se considerar que o professor a reconhece, pois compreende que a atividade científica é influenciada por

numerosos fatores que agem na cultura e na Sociedade, sobre os quais, por sua vez, a Ciência também exerce alguma influência. Ampliando essa análise, pode-se considerar que tais fatores vão desde visões de mundo e ideologias até questões éticas, econômicas, políticas e religiosas, passando pelos órgãos de fomento e de educação (KNELLER, 1980).

PROFESSORA MARLENE

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

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

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

A Tecnologia é a técnica que tem como base o conhecimento formal e científico e é usada para interpretar, elucidar e resolver algum problema. A Tecnologia baseia-se no conhecimento científico para resolver certos problemas, os quais a Ciência interpelou.

A definição acima dada pela professora Marlene pode caracterizar o enfoque instrumental da Tecnologia. A professora reconhece a Tecnologia como um processo social, uma prática que integra fatores sociais, econômicos, políticos, culturais e que sempre está influenciada por valores e interesses. Contudo, ao relatar que “*a Tecnologia baseia-se no conhecimento científico*”, ela provavelmente está desconsiderando que a Tecnologia tem seu próprio corpo de conhecimentos, ou seja, depende somente dos conhecimentos provindos da Ciência. Isso pode revelar que ela entende a Tecnologia como uma aplicação da Ciência. Para Santos (1999), essa crença significa reconhecer que o

impulso para o avanço do desenvolvimento tecnológico é derivado da Ciência, ou seja, todo desenvolvimento tecnológico depende hierarquicamente da pesquisa científica ou do conhecimento científico, pois estes constituem a única forma objetiva de conhecimento, da qual dependem todas as outras.

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

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

PROFESSOR MAURÍCIO

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

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

determinado fenômeno consiste em fazer Ciência.

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

A Tecnologia é a busca de uma maneira de explicar fenômenos naturais ou não mudando a técnica. O homem faz Tecnologia desde que está presente na Terra: ele sempre buscou maneiras de mudar técnicas para melhorar a sobrevivência, ou seja, para manter-se no próprio planeta. Dessa forma, tudo o que se faz na busca de melhoria, e para o bem-estar da humanidade, seria uma Tecnologia.

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

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

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

aos cidadãos consumidores (FERNÁNDEZ et al., 2002).

A influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia é positiva, pois cada vez que é criada uma Tecnologia nova que a Sociedade aceita, a Ciência avança mais. Mas quando você não tem esse desenvolvimento tecnológico voltado principalmente para a Sociedade, ele fica muito preso na área científica. Nesse sentido, se fosse dividida a população de acordo com renda e grau de instrução, a maior parte dela não estaria voltada para esse lado de Tecnologia, de educação e Ciência. Portanto, a concepção da população em geral é muito restrita com relação a esse assunto, e a sua influência no desenvolvimento da Tecnologia, da educação e da Ciência é muito pequena. Entretanto, a influência dos pesquisadores das universidades e das empresas é muito maior nessas áreas.

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

PROFESSORA VANDA

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

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

A definição dada pela professora Vanda pode significar que ela compreende a Ciência como um conjunto de conhecimentos. Essa definição é coerente, pois a Ciência gera conhecimentos que frequentemente são difundidos em textos publicados em periódicos, livros, atas de congressos, etc. Contudo, existem muitas formas de conhecimento, de modo que se torna importante saber distinguir os científicos dos não científicos, já que a “Ciência não significa simplesmente conhecimentos ou informações publicadas. (...) O conhecimento científico é mais do que isso. Seus fatos e teorias têm que

passar por um crivo, por uma fase de análises críticas e de provas (...)” (ZIMAN, 1979, p. 24).

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

A Tecnologia é muito parecida com a Ciência, sendo difícil delimitar onde começa uma e termina a outra; os avanços que acontecem na Tecnologia podem ocorrer na área da Ciência, que também são conhecimentos. Quando penso em Tecnologia, penso em máquina, em computador, em avanço nessa parte mais prática, que ajuda a Ciência.

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

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

Quanto à influência da Sociedade na Ciência e na Tecnologia, a professora a reconhece evidenciando compreender que a Ciência e a Tecnologia são influenciadas por numerosos fatores sociais. Tais influências não devem ser desconsideradas, pois a Ciência e a Tecnologia estão inseridas na Sociedade, que, segundo Santos (1999), é um sistema que resulta de criações, de ações e de interações humanas; de interações coletivas em nível local, regional, nacional e mundial; de grupos humanos, cujos membros estão unidos por interesses comuns e em instituições que compartilham uma cultura comum.

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

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

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

O ensino de Ciências nas escolas de ensino fundamental tem como função *gerar*

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

4.Considerações finais

Nesta pesquisa, cada uma das ferramentas metodológicas 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 o tema em questão.

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

A análise dos dados fornecidos pelos professores durante a realização das entrevistas também permitiu constatar as potencialidades do roteiro na obtenção de informações pertinentes para a investigação. Considera-se que a entrevista semi-estruturada é uma ferramenta que permite a detecção e a exploração de alguns aspectos vinculados aos sentimentos, concepções e valores dos sujeitos, importantes para a compreensão da problemática em estudo. A entrevista é um processo sociointeracional no

qual se estabelece uma relação hierárquica e cria-se um ambiente de influência recíproca entre o pesquisador e o pesquisado.

Em suma, considera-se que os questionários empiricamente desenvolvidos, como o VOSTS (AIKENHEAD, 1989; AIKENHEAD; RYAN, 1992; RUBBA; 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.

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

Outro fato positivo em relação ao uso do questionário VOSTS diz respeito à sua atualidade, pois, mesmo tendo sido construído em 1989, considera-se que esse instrumento não está desatualizado, visto que as respostas dos professores para o questionário e para a entrevista não revelaram resultados discrepantes, mas com alto grau de similaridade, exceto em relação às questões já discutidas. Considera-se também que a aplicação do questionário VOSTS para um pequeno número de pessoas possibilitou uma análise qualitativa e uma maior reflexão sobre as interações CTS, fato que não é observado em pesquisas nas quais o questionário foi aplicado para um grande número de pessoas e realizou-se análise estatística.

Especificamente no campo do ensino de Ciências, considera-se necessário adotar a perspectiva curricular 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. Essa perspectiva tem como prioridade aproximar os alunos das realidades do cotidiano e garantir-lhes a alfabetização científica e tecnológica para que possam atuar como cidadãos, tomando decisões e agindo com responsabilidade social (SANTOS; 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, o 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 bibliográficas

ACEVEDO, J. A. 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.

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

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, v. 76, n. 5, p. 477-491, 1992.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A.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>>. Último acesso em: 20 mar. 2006.

ANDERY, M. A. P. A. et al. *Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica*. Rio de Janeiro: Garamond; São Paulo: EDUC, 2003. 436 p.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Visões de Professores sobre as Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 1999, Valinhos-SP. Atas do II ENPEC.

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

CACHAPUZ, A. et al. (Org.). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

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.

DUARTE, P. M. T. Elementos para o estudo da paráfrase. *Revista Letras*, n. 59, p. 241-259, 2003.

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.

FLICK, U. *Uma introdução a pesquisa qualitativa*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FONTES, A.; SILVA, I. R. *Uma nova forma de aprender ciências: a educação em ciência/tecnologia/sociedade (CTS)*. Porto: Asa, 2004.

FUCHS, C. *La paraphrase*. Paris: Presses Universitaires de France, 1982.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

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

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

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 26, n. 9, p. 771-783, 1992.

_____. 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, 2007. p. 831-880.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

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

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

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

OSORIO, C. Enfoques sobre la tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación*, n. 2, jan./abr., 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revistaactsi/numero2/osorio.htm>>. Último acesso em: 22 jan. 2007.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. *A Física na Formação de Professores do Ensino Fundamental*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999.

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

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

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

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. *Conhecimento público*. Tradução de Regina Regis Junqueira. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

_____. *Real Science: what it is, and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

ELISANGELA MATIAS MIRANDA: possui graduação em Licenciatura em Ciências Exatas, com habilitação em ciências, matemática, química e física, pela Universidade de São Paulo (2005) e mestrado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (2008). Atualmente, é doutoranda na Universidade Federal de São Carlos no Departamento de Educação, área de Processos de Ensino e de Aprendizagem. Tem experiência na área de educação, com ênfase em ensino de ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino CTS, ensino de ciências, educação e difusão científica, melhoria do ensino público, alfabetização científica e tecnológica.

DENISE DE FREITAS: é Professora Associada da Universidade Federal de São Carlos e Assessora do Setor de Biologia do Centro de Divulgação Científica e Cultural USP-SC. Graduiu-se em Ciências Biológicas, licenciatura e bacharelado, pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Barão de Mauá de Ribeirão Preto (1979). Fez Especialização em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (1987). Concluiu o mestrado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (1988) e o doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo (1998). cursou pós-doutorado na Universidade de Lisboa, Portugal (2005). Atua como docente e pesquisadora junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSCar orientando pesquisas no mestrado e doutorado. Em sua trajetória acadêmica, tem atuado em cursos de formação inicial e continuada de professores de ciências e realizado estudos de investigação nesse âmbito. As

pesquisas desenvolvidas no campo da Educação centram-se nas subáreas: i) formação de professores de Ciências; ii) processos de ensino e aprendizagem; iii) ensino de Ciências e Biologia; iv) educação ambiental.