

Concepção de neutralidade e objetividade da ciência e tecnologia na formação de professores de ciências: argumentos para a inserção da história e sociologia da ciência na construção do conhecimento científico

Conception of neutrality and objectivity of science and technology in science teacher education: argument for include history and sociology of science in construction of science knowledge

Célia Margutti do Amaral Gurgel

Gláucia Elaine Mariano

Resumo

A partir de algumas concepções apresentadas por 67 futuros professores de Ciências/Química e Biologia sobre a neutralidade e objetividade da Ciência e Tecnologia foram constatadas visões distorcidas e dilemas persistentes sobre estas questões. Dentre as respostas, 24% dos respondentes entenderam que os melhores cientistas são os que seguem com precisão as etapas do método científico em suas investigações e 13% ficaram indiferentes à pergunta formulada; 72% consideraram que a solução dos problemas sociais estão baseados em critérios científicos e tecnológicos e 4% ficaram indiferentes à questão. O objetivo deste trabalho é argumentar como a História e a Sociologia da Ciência podem ser relevantes para a Educação em Ciências, ampliar os fundamentos relativos à relação CTS, comparar a direção tomada pelos processos de mudança e trazer à luz categorias como poder político, relações econômicas e sócio-culturais.

Palavras-chave: educação em ciências; neutralidade e objetividade da ciência e tecnologia; história e sociologia da ciência; currículo cts; ensino de ciências e cultura.

Abstract

According characterization of some conceptions presented by 67 future science teachers (of Chemistry and Biology) about the neutrality and objectivity of Science and Technology, distorted visions and persistent dilemmas were verified about these inquiries. Among the answers, 24% of the respondents understood that the best scientists are those who follow the stages of the scientific method

accurately in their investigations and 13% were indifferent to the formulated question; 72% considered that the solution of social problems is based on scientific and technological criteria and 4% were indifferent to the subject. The objective of the work is to argue how History and the Sociology of Science can be important for a Science Education, to enlarge the fundamentals related to the relationship CTS, to compare the direction taken by the processes of changing and to bring to the light categories like power, economical and socio-cultural relationships.

Keywords: science education; neutrality and objectivity of science and technology; history and sociology of science; curriculum sts; teaching of science and culture.

Ciência e Tecnologia como processos sociais complexos

Na história da evolução social do homem, a Ciência e a Técnica aparecem como processos sociais ora influenciados por fatores culturais, ora econômicos e políticos que, por suas vezes, influenciaram (e ainda influenciam) diretamente os valores, hábitos, crenças e um conjunto amplo de dimensões da própria sociedade. A Ciência e a Técnica devem ser compreendidas como parte da cultura dos povos modernos, assim como a religião, a arte, a literatura, a filosofia. O antropólogo Ralph Linton diz que sem a cultura não seria possível haver a organização dos sistemas sociais porque,

(...) no sentido sociológico a cultura é, para o homem, uma espécie de "ambiente artificial" criado por ele mesmo como se fosse uma segunda natureza humana, semelhante à sua natureza física original, que foi sendo enriquecida ao longo da História da humanidade e transmitida a todos os indivíduos desde seus nascimentos através de processos complexos de socialização. Este movimento é que se qualifica e se denomina como hominização, pois, o homem aprende a se constituir através da linguagem, dos conhecimentos, dos costumes e formas de comportamento. (LINTON, 1973, p. 98)

As sociedades caçadoras e coletoras, por exemplo, como organização social mais primitiva e antiga, construíram suas organizações sociais ligadas às possibilidades alimentares estruturando-se como nômades, caçadoras e coletoras. Dependentes do alimento fornecido pela natureza, essas sociedades eram pouco numerosas e apresentavam tecnologias muito elementares tais como armas e ferramentas feitas de madeira, pedras, ossos e outros produtos naturais. Contudo, foram esses artefatos rudimentares que permitiram aos grupos sociais criarem suas condições para a sobrevivência. Com um machado de pedra abatia-se a caça, com uma pedra lascada trinchava-se o animal e, com uma raspadeira feita de pedra, limpava-se a pele para usá-la como agasalho. Sob o ponto de vista sócio-cultural, portanto, foi a caça que contribuiu para

definir a organização e estrutura dessas sociedades. Praticada sempre coletivamente, ajudou a desenvolver a linguagem, o sentimento de pertencer a um grupo e o raciocínio estratégico para a ação e produção técnica. Nesse contexto, o melhor grupo de caçadores era também o mais poderoso e dominador. (GIDDENS, 2006; TEZANOS TORTAJADA y LÓPEZ PELÁEZ, 1997) .

Em um exemplo mais contemporâneo, podemos citar a descoberta da estrutura do DNA por Crick e Watson. Estudos e pesquisas então decorrentes como Genoma Humano, Clonagem, Células-Tronco e outros, além de darem grande impulso à Biotecnologia dos séculos XX e XXI, sofreram e estão sofrendo altos investimentos na área médica e agrícola e disputas e controles de mercado por imensos cartéis internacionais. Essas disputas hoje se desdobram desde pesquisas e comércio da microeletrônica até medicamentos sofisticados para tratamentos complexos como Aids. Além disso, sob o ponto de vista do acesso e uso dessas conquistas da Ciência e da Tecnologia, há uma profunda desigualdade entre os que têm condições econômicas favoráveis para obtê-los e os mais carentes. Esses geralmente dependem de políticas públicas de saúde e outros fatores para terem acesso. Diferentemente do primeiro exemplo, o que se podemos observar é que esses avanços científicos se modificaram em suas conduções e motivações, não implicando mais em decisões culturais coletivas, mas, de uma concepção mercantilista sobre investimentos científicos e tecnológicos de quem detêm o poder político-econômico e controle do capital financeiro (tanto no setor público como privado) para o desenvolvimento da Ciência e da Técnica.

Os dois exemplos, portanto, exprimem que a trama das relações sociais define e redefine o papel social da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, imprimindo à Tecnologia um sentido e significado de sistema social complexo e não apenas de ciência aplicada para resolver problemas humanos. Ao contrário, para atender a esses problemas foi que ela surgiu para transformar o mundo, a noção de mundo e o conceito de homem, se expandindo e se envolvendo com pesquisas científicas importantes. A Tecnologia, enfim, como sistema social representativo do conjunto de artefatos e técnicas utilizados pelo Homem, tem seus valores socialmente condicionados.

O ensino CTS fundamentado na História e Sociologia da Ciência

Publicações recentes em defesa de um ensino de Ciências sob a dimensão CTS para a cidadania (ACEVEDO, 2002, 2004; GIL PÉREZ; VILCHES, 2003; MEMBIELA, 1997; BAZZO et. al.,2003, e outras) vêm apontando para a necessidade de se buscar uma nova concepção de professor e uma discussão mais aprofundada sobre mudanças curriculares nos cursos de formação de professores para esta área de saber. Entendemos, contudo, que isto somente se

constituirá em um avanço educacional, se se buscar, no pensamento norteador das revoluções científicas e suas demandas, as questões sócio-culturais, políticas, epistemológicas, econômicas, éticas, dentre outras, para proporcionar, à esta discussão, mais visibilidade aos problemas que hoje afetam esta questão.

Enquanto processo de construção social a relação CTS e seus resultados históricos por vezes passam despercebidos no dia-a-dia das pessoas como se tudo o que advém dessa relação fosse algo mágico, descolado da cultura humana. Devemos nos inquietar e questionar quantas delas se indagam diariamente sobre porque e como isso tudo aconteceu ou, ainda, para que (ou para quem) os investimentos dessas pesquisas e seus resultados servem. Nosso argumento é que uma educação científica crítica requer que se reconheça o homem como um sujeito histórico, indissociável e interdependente da realidade social para poder, então, saber questionar as concepções positivistas e utilitárias de Ciência e Tecnologia, seus papéis sociais e suas implicações para a sociedade.

Como destacam Carvalho e Gil-Pérez (1995), muitos professores começam a lecionar com uma visão bastante simples sobre o ensino de Ciências, pois, poucos têm contato com a produção de pesquisas históricas e didáticas sobre a área. O processo de ensino-aprendizagem de Ciências não é apenas uma prática pedagógica que, ao recorrer a alguns complementos didáticos, resolve o problema da compreensão do conhecimento que o professor está mediando. O professor, segundo Vygotsky (1989), é um mediador social do conhecimento porque a relação entre ele e seu aprendiz é uma relação sócio-histórica. Iríamos mais além, e diríamos, como Fourez (1995), que é preciso renovar o ensino das Ciências relacionando-as com o contexto humano, reconhecendo que sem cultura científica e tecnológica os sistemas democráticos se tornam cada vez mais vulneráveis às tecnocracias. Embora o ensino das Ciências ainda requeiram mudanças profundas para contribuir para que os indivíduos participem legitimamente das questões acima consideradas, é preciso fomentar a discussão acerca das políticas que norteiam a administração da Ciência e da política cultural do Estado.

Sob este aspecto é que consideramos relevante a História e a Sociologia da Ciência para a Educação das Ciências. Elas podem trazer elementos importantes para a compreensão do conhecimento social mais global, como enfatiza Mannheim (1952), já que nosso conhecimento sobre o próprio conhecimento humano se desenvolve numa seqüência histórica. Se ampliarmos nosso campo de visão, de acordo com esta perspectiva, então os fatos e fenômenos implicados em uma categoria de análise mais ampla (que Mannheim chama de constelação) nos exigirão não somente deter uma visão sintética de todos os problemas teóricos dados em certo instante mas, levarmos em conta, na mesma proporção, os problemas da vida prática em seu processo. As questões relativas à Ciência são questões humanas, portanto, imanentes aos processos intelectuais da história do pensamento.

Concordamos com Díaz (2002) quando diz que a Ciência interpreta a realidade e não representa a realidade, pois, esta é resultante de um processo de construções e interpretações e não um corpo acabado de conhecimentos. O valor de uma observação empírica, por exemplo, não é absoluto, porque não é somente a visão do método científico que favorece o desenvolvimento da Ciência. Por isso é que o educador deve procurar conhecer os dados fundamentais da história das disciplinas que ensina e da temática que pretende introduzir. É na história do homem que todas as coisas têm obtido seu sentido.

Acevedo (2002) vai um pouco além explicando que o ensino CTS emerge a partir do contexto social e que esse contexto proporciona uma visão multidisciplinar centrada nos aspectos sociais da Ciência e Tecnologia (condições sociais e suas conseqüências sociais, políticas, econômicas, éticas e ambientais). Por esta razão, não se pode ignorar que estudos sobre a relação CTS apresenta duas origens: nas ciências sociais e nas ciências experimentais. A primeira refere-se ao conhecimento científico envolvendo o contexto social e, a segunda, buscando facilitar a compreensão pública através da demonstração de explicações e soluções de alguns problemas sociais. Em uma sociedade em que o desenvolvimento da Tecnologia se faz crescente, é impossível pensar na formação de um cidadão transformador e integrante de um mundo global sem um conhecimento científico erradicado da visão "cientificista" que o ensino das Ciências ainda oferece. Esta visão traz apenas a descrição de seu instrumental teórico ou experimental separado da reflexão sobre o significado ético dos conteúdos desenvolvidos no interior da Ciência e suas relações com o mundo do trabalho.

A área das Ciências da Natureza é responsável pela formação dos indivíduos em seus aspectos biológico, cultural, social e afetivo. Ela pode se tornar de extrema importância para a educação científica na medida que, já no início de seu ensino, ampliar as possibilidades de discussão e participação social de seus educadores e aprendizes na compreensão das diferentes explicações sobre o mundo social, os fenômenos da natureza e as transformações produzidas pelo homem em seu processo histórico. Ainda hoje as universidades formam cidadãos incapazes de perceberem o desenvolvimento da Ciência neste aspecto amplo, pois, o ensino está cada vez mais dividido entre as disciplinas havendo uma separação entre os saberes. A superespecialização tem gerado dificuldades para que os indivíduos compreendam os fatos e fenômenos em termos globais, promovendo uma inteligência cega e inconsciente, incapaz de pensar e raciocinar para resolver problemas multidimensionais. (MORIN, 2000). Para este autor, o desafio da compreensão da globalidade é também o desafio da compreensão da complexidade. É nesta perspectiva epistemológica que entendemos quão relevante torna-se um ensino que se apóia em estratégias educativas que levem os aprendizes a compreenderem que suas competências formativas farão parte de um processo social, cultural, ético, histórico, político e econômico, complexo. (GURGEL, 2003).

Se entendermos como Forquin (1993) que o currículo é um campo teórico de construção do conhecimento e da cultura, o ensino das Ciências da Natureza marcado pela discussão compartimentalizada das ações que ocorrem em um determinado espaço histórico e geográfico, a partir da interação social do homem com os fenômenos naturais, precisa ser repensado. É por essas e outras razões que nos últimos anos um vaivém de buscas de inovações curriculares tem possibilitado demonstrar, nos ensinamentos de Ciências, formas particulares de organização e consequência do conhecimento ensinado. (FRANCO et al, 1997; MARCO, 1997). A sugestão de Berduque et al (1997) é que a História, Filosofia e Sociologia da Ciência deveriam ser incorporadas às teorias e especialmente às práticas dos ensinamentos das Ciências porque elas não somente humanizariam os currículos, mas, poderiam tornar mais explícitos os interesses pessoais, éticos, culturais e políticos que as envolveram em suas construções históricas. Esta interpretação aponta um caminho mais estimulante e reflexivo para as aulas, pois, pode incrementar a capacidade de desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos em relação aos conteúdos científicos, rompendo com o mar de sem sentidos de fórmulas e equações. Além disso, essas Ciências podem melhorar a formação do professor contribuindo para o desenvolvimento de uma epistemologia da Ciência mais rica e realista, mudando os paradigmas hoje predominantes em relação aos fatos e eventos científicos e outros não científicos.

Kuhn (1991) trata dessa questão quando diz que a História pode dar muitas contribuições para alguns esclarecimentos sobre a evolução do conhecimento científico, mas, que nem sempre são corretamente aproveitadas pelos historiadores e, muito menos, estão presentes nos livros didáticos. Diz que a concepção de Ciência apresentada pelos historiadores e nos livros e outros materiais de divulgação tendem a perpetuar o que denomina de Ciência Normal. Martins (1998), por sua vez, argumenta que a História da Ciência pode ser utilizada como um dispositivo didático útil porque, a partir de episódios históricos, o processo gradativo e lento de construção do conhecimento vai possibilitar ao aluno obter uma visão mais concreta da natureza real da ciência, seus métodos, suas limitações. Nesse processo, também pode possibilitar a formação de um espírito crítico fazendo com que o conhecimento científico seja desmistificado sem, entretanto, ser destituído de valor. (MARTINS, 1998). Esta consideração nos remete a Chalmers (1994) que vai enfatizar que há sempre que se considerar os limites e a finalidade do conhecimento científico, pois, a ideologia de uma época envolve uma extensão da Ciência bem além de seus limites verdadeiros. Isto significa, segundo Chalmers, que também os problemas sociais e políticos são construídos como se fossem científicos, obscurecendo as questões de fato relevantes e fazendo com que a Ciência, por vezes, alinhe-se ao lado dos vitoriosos e por aqueles que a subvencionam.

Finalmente podemos citar as contribuições de Matthews (1994) sobre esta questão. Conforme chama a atenção em seu trabalho, entre 1970 e 1980 a Association for Science

Education, em seus informes, recomendava com insistência a incorporação de mais material histórico e filosófico no currículo de Ciências, pois, um dos problemas que se reconhecia era que os professores não estavam adequadamente preparados para ensinar essas Ciências em contexto. Esses informes afirmavam que muitos professores atuavam e pensavam cientificamente segundo o resultado de suas formações, mas, careciam de conhecimento sobre a natureza e objetivos básicos das Ciências. No entanto, o autor vai além, trazendo uma posição importante sobre a inserção da História da Ciência no ensino das Ciências fazendo considerações relevantes sobre a tradição contextualista. Destaca que a História da Ciência melhora o ensino das Ciências na medida que motiva o interesse dos alunos, humaniza os conteúdos, proporciona uma melhor compreensão dos conceitos científicos mostrando seu desenvolvimento e aperfeiçoamento, tem um valor intrínseco importante para a compreensão de certos episódios cruciais na História da Ciência como as revoluções científicas, demonstra que a Ciência é mutável e provisória e que, conseqüentemente, o conhecimento científico atual é susceptível de ser transformado, combatendo assim a ideologia cientificista. Enfim, contribui para um conhecimento mais rico e profundo sobre o método científico, demonstrando os espaços de avanço que esta abordagem oferece para a discussão da natureza das Ciências.

É nesta perspectiva que reconhecemos que Matthews (1994) é mais amplo na discussão sobre o papel da História da Ciência para a Educação das Ciências. A ênfase na questão do método científico e a ideologia cientificista denuncia o limite das práticas experimentais neste processo educativo e seus resultados para a compreensão da natureza das Ciências em uma dimensão mais crítica e complexa.

Problematizando concepções de formandos de Ciências/Biologia e Química sobre a relação CTS

As representações sociais sobre Ciência e Tecnologia, em particular o controle sócio-político e a objetividade de seus métodos, têm se constituído, mais recentemente, em objeto de interesse em muitos estudos no campo da Educação das Ciências sob o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade/CTS.

Entendemos, como Jodelet (2001), que essas representações estão apoiadas em valores variáveis dos quais os grupos sociais tiram suas significações. Os diversos elementos informativos, cognitivos, ideológicos, normas, crenças, valores, atitudes, opiniões, imagens, são organizados sob a aparência de um saber que diz algo sobre o estado da realidade. Esta totalidade significativa que, em relação à ação, está no centro da investigação científica, torna possível a descrição, a análise, a explicação em suas dimensões, formas, processos e funcionamento. As representações sociais, portanto, devem ser compreendidas como sistemas de interpretação que regem nossa

relação com o mundo e com os outros e acabam por orientar e organizar as condutas e as comunicações sociais. Sob este aspecto, elas assumem diversos processos como difusão e construção dos conhecimentos, desenvolvimento individual e coletivo, definição das identidades pessoais e sociais, expressão de grupos e transformações sociais.

Quando esta questão envolve a Educação, em especial a formação de professores, Tardiff (2000) reitera dizendo que cada professor, como ser social, traz consigo no exercício de magistério, crenças e valores adquiridos ao longo do tempo por influências advindas da escola, família, colegas de trabalho, leituras, enfim, dos diferentes contextos em que os sujeitos interagem socialmente. Tais crenças e valores acabam por influenciar suas representações e atitudes em relação às ações no contexto de trabalho. Por isso é que todo desenvolvimento profissional é reconhecidamente complexo, implicando fatores de natureza sócio-cultural, afetiva, cognitiva, dentre outras.

Professores são atores sociais competentes como sujeitos do conhecimento e seus saberes e suas subjetividades penetram no cerne do processo de escolarização. Se a dimensão pessoal tem um papel importante na orientação das ações/representações sociais dos sujeitos, ela deve ser levada em conta para compreendermos o processo vivenciado por um professor iniciante ou já experiente em um período caracterizado por mudanças e transições. Entendemos que é neste momento que ele desenvolve sua própria imagem como docente, sua perspectiva de como percebe a si mesmo e aos alunos e, sobretudo, de como enfrentar situações conflitantes ou não frente à cultura escolar e organizacional que existe no contexto da escola.

Esses fundamentos podem ser melhor compreendidos a partir de algumas respostas evidenciadas em investigação junto a alunos de licenciatura de Ciências das áreas de Biologia e Química ao final da formação inicial, sobre suas concepções em relação ao controle sócio-político e a objetividade dos métodos utilizados pela Ciência e Tecnologia na contemporaneidade. (MARIANO, 2003). Tendo como referencial teórico o estudo de Acevedo (2002) sobre atitudes, valores e opiniões sobre a Ciência, Tecnologia e Sociedade de professores do ensino secundário, Mariano (2003) aplicou um questionário com múltiplas indagações a 67 alunos concluintes da área de Ciências (Hab. Química e Biologia) de uma universidade do interior de São Paulo, buscando identificar nas respostas apresentadas suas representações sobre o controle sócio-político da investigação científica e tecnológica e a objetividade da Ciência. As questões formuladas aos entrevistados foram adaptadas para o estudo em questão e utilizou, como critério de identificação das representações sociais, os indicadores concordo, discordo, indiferente.

Selecionamos para nossas reflexões quatro questões do estudo mais amplo, visando i) refletir sobre alguns dados que revelaram dilemas e incertezas sobre a temática; ii) argumentar sobre suas implicações para o processo de ensino-aprendizagem das Ciências e iii) demonstrar em

que termos a História e Sociologia da Ciência, sob uma dimensão política e sócio-cultural, podem contribuir para que a educação científica se torne mais complexa e crítica no que diz respeito à natureza do conhecimento científico.

A premissa das considerações a serem apresentadas sobre os dados é que os dilemas e incertezas ainda persistentes no processo de ensino-aprendizagem e formação de professores de Ciências sobre a natureza política e sócio-cultural da Ciência e Tecnologia podem constituir obstáculos epistemológicos significativos para a compreensão efetiva de seus papéis no âmbito da sociedade contemporânea global, ainda dominada pela visão utilitária, progressista, essencialista e triunfalista.

A seguir apresentamos as questões e as reflexões.

Tabela 1.

Questões	Respostas		
	Concordo	Discordo	Indiferente
1- Os contatos sociais dos cientistas não influenciam nem seu trabalho profissional nem o conteúdo do conhecimento científico de seus descobrimentos	25%	61%	14%
2- A política de um país tem pouca influência sobre o trabalho de seus cientistas porque suas preocupações investigadoras, em geral estão à margem da política;	42%	45%	13%
3- Embora muitos dos problemas da humanidade estejam relacionados com a ciência e tecnologia, suas soluções somente serão possíveis baseando-se em critérios científicos e tecnológicos;	72%	24%	4%
4- Os melhores cientistas são os que seguem, em suas investigações, com maior precisão, as etapas do método científico.	24%	63%	13%

Podemos observar que as respostas acima revelam visões distorcidas e dilemas ainda persistentes entre os futuros professores de Ciências/Química e Biologia, sobretudo quando observamos as respostas não desejáveis e as indiferentes. Vejamos: 24% dos respondentes reconheceram que os melhores cientistas são os que seguem com precisão as etapas do método científico em suas investigações e 13% ficaram indiferentes à pergunta; 72% consideraram que a solução dos problemas sociais estão baseados em critérios científicos e tecnológicos e 4% ficaram

indiferentes; 42% admitiram que a política de um país influencia pouco o trabalho dos cientistas e 13% ficaram indiferentes; 25% compreenderam que as relações/contatos pessoais não influenciam o trabalho do cientista e o conteúdo do conhecimento das suas descobertas e 13% ficaram indiferentes à questão.

É possível inferirmos, a partir dessas evidências, que as práticas de ensino desses professores podem estar sendo influenciadas pelas representações constatadas, alimentando a tendência de que a Ciência é neutra em relação à sua função social, aos interesses de quem a financia e aos resultados de sua investigação. Também, que a verdade científica é objetiva e universal, que o processo/movimento histórico, nas suas relações e práticas sociais, não são influenciados pela cultura, portanto, a Ciência não seria uma produção humana com seus erros e acertos.

Estas representações nos fazem crer que muitos aprendizes podem estar aceitando paradigmas sobre a natureza da Ciência e Tecnologia que consolidam atitudes passivas e a-críticas frente às exclusões e injustiças sociais, pois, não estão sendo preparados para questionarem quem, como e porque produz Ciência, qual a natureza da produção tecnológica, quem e porque tem acesso à ela, etc. Além disso, eles podem estar construindo uma concepção utilitária sobre a Ciência e Tecnologia como destacam Wood-Robinson et al (1998). Os autores chamam a atenção para a importância de se construir novos caminhos para o currículo e a didática das Ciências, sobretudo de um conhecimento científico democrático e significativo para a vida sócio-cultural dos indivíduos. Somente assim eles poderão compreender as relações que esses saberes representam para suas vidas local e universal.

É nesta perspectiva que reconhecemos, nos resultados revelados, que a persistência das distorções e dilemas sobre o controle social, político e a objetividade da Ciência e Tecnologia podem se romper, se forem inseridas no processo de ensino e na formação de professores, a História e a Sociologia da Ciência. Essas áreas de conhecimento, reconhecidas como áreas que buscam focar as relações históricas e sócio-culturais entre o homem e seu mundo natural e social, podem ajudar a repensar as concepções simplistas e, portanto, contribuir para a superação de explicações ingênuas sobre a Ciência e Tecnologia, revelando-as mais complexas e mais comprometidas com os contextos em que foram geradas, em especial seus diferentes significados e explicações racionais, desenvolvimento e rupturas ocorridas nos diferentes momentos da História. "Os antagonismos presentes em cada modo de produção e as transformações de uma forma de produção a outra, serão transpostos para as representações que o homem faz, inclusive, para o conhecimento". (ANDERY, 1988, p.16). Como exemplo podemos citar as observações e experimentações, enquanto procedimentos metodológicos que, em estudos de Galileu (XVI) e os utilizados na Grécia como Idade Média, foram diferenciados na explicação do conhecimento científico porque o método reflete as condições históricas concretas relativas às necessidades da organização social a ser

satisfeita, o nível de desenvolvimento e as idéias/conhecimentos já produzidos, do momento histórico em que o conhecimento foi elaborado, dentre outros. Diríamos, como Andery (1988, p.16), "que o método científico é um conjunto de concepções sobre o homem, a natureza e o próprio conhecimento, que sustentam um conjunto de regras de ação, de procedimentos, prescritos para se construir conhecimento científico".

Finalizando...

Em conclusão, podemos dizer que, à medida que as explicações e ou descrições sobre os fenômenos ou fatos (naturais e sociais) continuarem a ser considerados como algo sem contexto e ou relações estabelecidas com os demais fatores existenciais de uma sociedade ou de uma cultura, o paradigma positivista da Ciência persistirá. O processo histórico, se compreendido em suas contradições, poderá ajudar a desmitificar a imagem do cientista e do tecnólogo como sujeitos exclusivos das áreas do saber e da ação ou da identificação de suas imagens com a imagem de um mágico. É importante que se introduza a História e a Sociologia da Ciência nos ensinamentos das Ciências para que os aprendizes reconheçam a Ciência e a Tecnologia como produtos humanos, marcados por sucessos e fracassos, como resultado de complexas condições sociais, culturais, conflitos, diferenças de atitudes, valores, modos de pensar dos grupos históricos. (GURGEL, 2003, 2001). Certamente, será nesta ótica social e histórica que os princípios da revolução de Copérnico, a lei de Newton, o pensamento cartesiano, os avanços da Engenharia Genética do século XX (HOBBSAWM, 1995), estudos de Sabin sobre a poliomielite, a lâmpada elétrica de Thomas Edson, a nanotecnologia do século XXI, dentre outros, poderão ser compreendidos e ter significados em seus processos.

O movimento humanista que começou na Itália e, posteriormente, espalhou-se pelo resto da Europa, foi possibilitado em grande parte pela restauração das Monarquias que por sua vez foram tomando o poder e o monopólio do saber detido pela Igreja. Da Vinci é um exemplo a ser citado. Artista e cientista universal desse período, por ser um grande homem da pintura interessou-se também por engenharia e, por necessidade de representar de forma mais realista os homens em seus quadros, se envolveu com a Anatomia. Bernal (1978) considera a primeira fase do Renascimento uma fase destrutiva dos conceitos antigos e medievais e será nessa fase que podemos encontrar Vesalio criticando a anatomia galênica. Já o segundo período será uma fase mais experimental em que os estudiosos vão procurar contrariar os conhecimentos antigos de forma mais consistente, baseados em experiências. William Harvey fará a maior crítica em relação à anatomia e fisiologia antiga, provando em parte a idéia da circulação do sangue que, mais tarde, foi confirmada por Marcello Malpighi através do microscópio. Nele, conseguiu ver os vasos capilares, demolindo totalmente a concepção galênica do percurso do sangue. No século

XVIII temos grandes naturalistas que influenciaram decisivamente as Ciências Naturais. Um dos mais ilustres desses naturalistas foi Carl Linnaeus (1707-1778) que ofereceu a melhor chave para a classificação das plantas através de seus órgãos sexuais, estabelecendo duas nomenclaturas que definiam o seu gênero e sua espécie. Esta classificação foi tão importante que, tirando algumas modificações, ainda é utilizada nos dias de hoje. Também, foi no século XVIII que surgiu o primeiro grande evolucionista, Lamarck (1744-1829) que propôs a teoria de que as espécies derivavam de outras espécies e que se modificavam através da adaptação ao ambiente em que viviam. Já no século XIX, as idéias de Lamarck seriam superadas por Charles Darwin que em 1859 publicaria a sua obra A origem das espécies, que demonstrava que as espécies não se adaptavam ao ambiente, mas, eram escolhidas por seleção natural, ou seja, a eliminação e sobrevivência de espécies em um determinado meio ambiente.

Essas referências históricas demonstram como as relações sociais são determinantes na definição de políticas de poder e controle sobre a Ciência e Tecnologia. Ensinar os alunos através de estudos focando o tempo histórico e suas condições humanas, certamente promoverá mais incertezas e dilemas sobre a Ciência e Tecnologia, porém, sob uma dimensão mais complexa dos problemas que são sempre globais. É necessário que haja uma compreensão dos fatos sem perder a noção do todo, pois, a realidade em que estamos inseridos é complexa e nela existem componentes que não podem ser descartados como "o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico". (MORIN, 2000, p.14). Ao separarmos estes componentes ou mesmo ignorarmos, atrofiamos nossas possibilidades de compreensão e de reflexão, eliminando as oportunidades de uma interpretação plena ou de visão a longo prazo. Esse é o grande desafio, segundo Morin (2000). O desafio da reforma do pensamento, necessária para a educação e essencial para a organização do saber dos indivíduos.

Esse novo pensamento é que permitirá o pleno emprego da inteligência. "Trata-se de uma reforma não programática, mas paradigmática, concernente à nossa aptidão para organizar o conhecimento". (MORIN, 2000, p.20) .

Referências

ACEVEDO, Jose A .D.. Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las Ciencias. Un enfoque CTS. [http:// www.oei.-Programación-CTS+I-Sala de lectura](http://www.oei.-Programación-CTS+I-Sala de lectura). Acesso em: 05 fev.2002.

ACEVEDO, Jose A .D. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1 (1), pp.3-16. En línea. <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>. Acesso em: 20 nov.2004.

- ANDERY, Maria A. et al.. Para Compreender a Ciência: uma perspectiva histórica. 4ª ed., Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1988.
- BAZZO, Walter A., LINSINGEN, Irlan von y PEREIRA, Luiz T.do Vale.(orgs.). Introdução aos estudos CTS. Madrid/Es: OEI, 2003.
- BERDUQUE, J. et al. Las Ciencias de la Natureza através de sua própria Historia: un Proyecto Curricular para el Bachillerato. Atas V Congreso Internacional Sobre Investigación En La Didáctica De Las Ciencias . Murcia / ES, p. 237-238, set.1997.
- BERNAL, J. D. . Ciência na História. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.
- CARVALHO, Anna M. P.; GIL PÉREZ, Daniel. Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 2001.
- CHALMERS, A. A Fabricação da Ciência. São Paulo: UNESP, 1994.
- DÍAZ, Maria J. M. Enseñanza de las Ciencias. Para qué? Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 1 (2), <http://www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em: 12 maio de 2002.
- FRANCO, S. et al. Enseñar Atitudes Científicas. Atas V Congreso Internacional Sobre Investigación En La Didáctica De Las Ciencias . Murcia / ES, p. 161-162, set.1997.
- GIDDENS, A. Sociologia, 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.
- GURGEL, Célia M.A. Por um enfoque sócio-cultural das Ciências Experimentais. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias/REEC. v.2, no.4, 2003. (<http://www.saum.uvigo.es/reec>). Acesso em: 10 dez.2003.
- _____ A Dimensão Social das Ciências da Natureza na percepção de professores do ensino médio: implicações para a educação sócio-cultural das Ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, ABRAPEC-UFRGS/Porto Alegre-RGS, v. 1, n. 1, p. 96-102, 2001.
- HOBBSAWM, Eric. A Era dos Extremos: O breve século XX. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- KUHN, Thomas. A Estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo: Perspectiva,1991.
- LINTON, Ralph. O indivíduo, a cultura e a sociedade. In: CARDOSO, F.H. e IANNI, O.. Homem e Sociedade, São Paulo: Ed. Nacional, 1973, p. 98-102
- FORQUIN, J. Escola e Cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993, p.9-143.
- FOUREZ, G.. A Construção das Ciências: introdução à Filosofia e à Ética das Ciências. São Paulo: Ed. UNESP, 1995.

GIL PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. Contribuição da Educação Secundária à Formação de Cidadãs e Cidadãos para uma Sociedade Sustentável. In: MACEDO, B. (org.). Cultura Científica: um direito de todos. Brasil: OREALC/MEC. p.123-170, 2003.

JODELET, D.. As representações sociais no campo das Ciências Humanas. In: As representações sociais. Rio de Janeiro: EdUERJ, p. 15-44, 2001.

MARCO, B. Las revoluciones científicas y su contribución a la visión de La Ciencia. Atas Do V Congreso Internacional Sobre La Investigación En La Didáctica De Las Ciencias. Murcia /ES, p. 409-410, set.1997.

MARIANO, Glauca E.. Crenças de Futuros Professores de Ciências da Natureza sobre a Objetividade e o Controle Sócio-Político da Investigação Científica e Tecnológica. Anais do 11º Congresso de Iniciação Científica Pibic/Fapic/UNIMEP-. PIRACICABA:SP-BR. (CDROM), 2003.

MANNHEIM, K.. The Problem of a Sociology of Knowledge. In: Essays on the Sociology of Knowledge. Oxford University Press Inc., 1952.

MEMBIELA, Pedro. Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. Enseñanza de las Ciencias, 15 (1), p.51-57, 1997.

MORIN, Edgar. A Cabeça Bem Feita: repensar a reforma reformar o pensamento. Rio de Janeiro/ Ed. Bertrand, 2000.

TARDIFF, M.. Os professores enquanto sujeitos do conhecimento: subjetividade, prática e saberes no magistério. In: Didática, Currículo e Saberes Escolares. Rio de Janeiro. DP&A editora, p. 112-128, 2000.

TEZANOS TORTAJADA, J.; LÓPEZ PELÁEZ, A. (coord.). Ciência, Tecnologia y Sociedad. Madrid: Ed. Sistema, 1997.

VYGOTSKY, M. A formação social da mente. SP: Martins Fontes, 1989.

WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J.; DRIVER, R.. Genética y formación científica: resultados de un proyecto de Investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. Enseñanza de las Ciencias, 16 (1), p.43-61., 1998.

Célia Margutti do Amaral Gurgel -Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Metodista de Piracicaba- Piracicaba/SP
celiagurgel@uol.com.br

Glauca Elaine Mariano - E.M.E.F. "Prof. André F. Montoro"- Piracicaba-São Paulo/ Brasil
glauca_mariano@yahoo.com.br