

A 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 Gurgel¹

Gláucia Elaine Mariano²

Universidade Metodista de Piracicaba/Faculdade de Ciências Humanas/cagurgel@unimep.br¹

E.M.E.F. "Prof. André Franco Montoro"- Piracicaba glaucia_mariano@yahoo.com.br²

Resumo

Este trabalho tem como interesse problematizar algumas respostas apresentadas por 67 futuros professores de Ciências/Química e Biologia sobre a neutralidade e objetividade da Ciência e Tecnologia. A análise centrou-se apenas nas respostas não desejáveis e ou indiferentes à resposta desejável, já que o critério era que os sujeitos do estudo indicassem se concordavam, discordavam e ou eram indiferentes ao que estava sendo indagado. Foram constatadas visões distorcidas e dilemas persistentes sobre estas indagações, na medida que, 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 do trabalho é argumentar como a História e a Sociologia da Ciência podem ser relevantes para uma educação CTS.

Palavras-Chave: neutralidade e objetividade da Ciência e Tecnologia- natureza social e política da Ciência e Tecnologia- História e Sociologia da Ciência- Currículo CTS- Ensino de Ciências

*Versão modificada e ampliada de trabalho apresentado no VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias- Granada/ Espanha- set. 2005.

Abstract

This work has as its interest the characterization of some answers presented by 67 future science teachers (of Chemistry and Biology) about the neutrality and objectivity of Science and Technology. The analysis was centered only on negative or indifferent responses to the desired answer, since the criterion was that the subjects of the study indicate if they agreed, they disagreed and or were indifferent to that which was being investigated. Distorted visions and persistent dilemmas were verified about these inquiries, in the measure that, 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.

Keywords: neutrality and objectivity of Science and Technology; social and political nature of Science and Technology; History and Sociology of Science; Science Education Curriculum; Teaching of Science.

1- Breves considerações sobre representações sociais, formação docente e ensino das Ciências

As representações sociais sobre a Ciência e a Tecnologia, em particular o controle sócio-político e a objetividade de seus métodos, têm se constituído atualmente no foco de interesse de muitos estudos sobre a Educação das Ciências relativos à abordagem de um currículo CTS. Este trabalho pretende contribuir para este debate trazendo uma análise de algumas respostas que 67 futuros professores de Ciências das áreas de Biologia e Química (Mariano, 2003) apresentaram sobre esta questão, sobretudo sobre seus dilemas e incertezas em relação à natureza social e política da Ciência e Tecnologia. Almejamos, no decorrer deste artigo, não somente problematizar esses dilemas e incertezas, mas, i) argumentar sobre suas implicações para o processo de ensino-aprendizagem das Ciências e ii) explicitar em que termos a História e Sociologia da Ciência podem contribuir para uma educação científica mais complexa e crítica sobre a natureza social e política do conhecimento científico. Os supostos do estudo consideram que os conflitos de conhecimento e dilemas ainda persistentes sobre a natureza social e política da Ciência e Tecnologia de futuros professores e já professores de Ciências podem ser superados através dessas áreas de conhecimento, na medida em que elas possibilitam ampliar as dimensões de análise dos processos de construção social, cultural e histórica da Ciência e da Tecnologia, bem como da concepção de currículo. 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) vêm enfatizando a necessidade de mudanças curriculares nos cursos de formação de professores para que haja, em especial, uma compreensão social e política da Ciência e Tecnologia, reconhecendo a responsabilidade social desse ensino para a construção de uma cidadania democrática e autônoma e da consolidação de uma sociedade sustentável e justa no que diz respeito às tomadas de decisão no mundo contemporâneo. Ampliar o espectro das investigações e análises sobre as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade, de fato, propicia a compreensão da problemática CTS em nível local e universal, mas, entendemos que essas compreensões devam ser sustentadas por um corpo teórico fundamentado na história das relações sociais da humanidade para que o pensamento norteador das revoluções científicas e suas demandas seja entendido como processo cultural, social, político,

epistemológico e econômico na busca de controle sobre o mundo natural e social. Será através de estudos centrados no processo histórico que considera o indivíduo e a totalidade social como interdependentes, que as premissas atuais que fundamentam as concepções de método científico, de Ciência, de objetividade científica, dentre outros, poderão ser desconstruídas e reconstruídas possibilitando uma compreensão mais realista dos argumentos sobre Ciência e Tecnologia e suas implicações sociais.

As representações sociais, conforme considera Jodelet (2001), 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, tidas como sistemas de interpretação que regem nossa relação com o mundo e com os outros acabam por orientar e organizar as condutas e as comunicações sociais. Elas assumem diversos processos, tais como: difusão e construção dos conhecimentos, desenvolvimento individual e coletivo, definição das identidades pessoais e sociais, expressão dos grupos e as transformações sociais. Quando estas questões envolvem a Educação e, em especial a formação de professores, Tardiff (2000) destaca 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, de 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 afetiva, cognitiva, dentre outras. Os professores são os atores competentes como sujeitos do conhecimento, permitindo, com seus saberes e suas subjetividades, penetrar 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 em um período caracterizado por mudanças e transições. Entendemos que é neste momento que ele vai começar a desenvolver sua própria imagem como docente, sua perspectiva de como percebe a si mesmo e aos alunos e, de como enfrentar situações conflitantes ou não frente à cultura escolar e organizacional que existe no contexto da escola. (TARDIFF, 2000). Em complemento à esta consideração, Carvalho; Gil-Pérez (1995), quando tratam das necessidades formativas dos professores de Ciências, chamam a atenção no sentido de que muitos professores começam a lecionar com uma visão bastante simples sobre o ensino de Ciências, pois, poucos deles têm contato com a produção de pesquisas sobre didática na sua área, entendendo o ensino de Ciências como algo que necessita apenas de alguns complementos pedagógicos, o que já bastaria para lecionar. Torna-se óbvio, pois, que certamente carecemos de uma formação consistente em Ciências, caracterizando-se esta apenas como um amontoado de destrezas na área de conhecimento, com grande insuficiência quando o foco é o ensino. Torna-se fundamental, portanto, que o professor assuma uma visão curricular onde estejam articulados os saberes sobre a Ciência, a Tecnologia e suas implicações para a vida social. A abordagem CTS no ensino das Ciências tem, portanto, como anseio, criar possibilidades para uma educação científica sob a perspectiva crítica da ética, da política e dos impactos sociais dessa relação possibilitando a formação de cidadãos capazes de pensar e tomar decisões não somente de natureza científica, mas, sociocultural, política e econômica, frente aos problemas que se manifestam a cada dia e que requerem atitudes responsáveis de todos.

2 Argumentos para um ensino CTS fundamentado na História e Sociologia da Ciência

Entendemos 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 requeira 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. Os questionamentos sobre a Tecnologia e seu papel social são mais recentes nos estudos centrados na abordagem do ensino CTS, mas, as questões tecnológicas sempre estiveram inseridas neste contexto porque os componentes do sistema tecnológico, seu funcionamento e razões de sua origem sempre fizeram parte do mesmo processo. Levar os indivíduos a participarem de forma profunda da construção da história do saber científico será fundamental para que eles saiam da obscuridade de um mundo que é marcado pela Ciência e Tecnologia. Sob este aspecto é que a História e a Sociologia da Ciência podem trazer a convicção da necessidade do estudo da história do pensamento humano para compreendermos o conhecimento social mais global.

Mannheim (1952), um clássico da teoria sociológica, diz que nosso conhecimento sobre o próprio conhecimento humano se desenvolve numa sequência 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 ele chama de constelação) nos exigirá 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 (sociais, culturais, éticas, políticas, econômicas), portanto, imanentes aos processos intelectuais da história do pensamento. Díaz (2002) diz que a Ciência interpreta a realidade, não representa a realidade. É um processo de construções e interpretações e não um corpo acabado de conhecimentos. O valor da observação não é absoluto, ou seja, não é somente a visão do método científico que favorece o desenvolvimento da Ciência. É sob este aspecto que o educador deve procurar conhecer os dados fundamentais da história das disciplinas cuja temática pretende introduzir. É na história do homem que todas as coisas têm obtido seu sentido. Acevedo (2002) explica que o ensino CTS emerge a partir do contexto social, o qual proporciona uma visão multidisciplinar centrada nos aspectos sociais da Ciência e Tecnologia (condições sociais e suas conseqüências sociais, políticas, econômicas, éticas e ambientais), mas, 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 oferecem, trazendo 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 biológicos, cultural, social e afetivo, tornando-se de extrema importância que, já no início de seu ensino, amplie as possibilidades de discussão e participação social de seus educadores e aprendizes. O ensino de Ciências se destaca porque pode, nesse sentido, permitir a compreensão de que as diferentes explicações sobre o mundo social, os fenômenos da natureza e as transformações produzidas pelo Homem podem ser apresentados em seu processo histórico e comparados. Atualmente, as universidades formam cidadãos incapazes de perceberem o desenvolvimento da

Ciência num aspecto amplo, pois, o ensino está cada vez mais dividido entre as disciplinas havendo uma separação entre os saberes. A superespecialização, também emergente deste ensino, 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. O desafio da compreensão da globalidade, como esclarece Morin (2000), é também o desafio da compreensão da complexidade. Neste momento histórico argumenta-se sobre a necessidade de um enfoque globalizador articulado com um pensamento complexo para se dar alguma resposta para a compreensão e intervenção na realidade. É esta perspectiva epistemológica que parece nos permitir compreender o quão relevante torna-se um ensino que se apoia em estratégias pedagógicas que possibilitem aos aprendizes compreenderem que suas competências formativas farão parte de um processo social, cultural, ético, histórico, político e econômico, complexo.(GURGEL, 2003).

O currículo é um campo teórico do conhecimento escolar, portanto, alguma coisa que nos precede, nos ultrapassa e nos institui enquanto sujeitos humanos, podendo receber o nome de cultura. (FORQUIN, 1993). O ensino das Ciências da Natureza, em geral, tem sido marcado pela discussão compartimentalizada das ações que ocorrem em um determinado espaço histórico e geográfico, descolando por vezes o papel do homem na interação social com os fenômenos naturais. Esta abordagem, marcada mais pela descrição e menos pela reflexão, tem levando os alunos também à interiorização do conhecimento de maneira descritiva e memorizada. A questão cultural pouco tem sido considerada no interior da própria escola, padronizando o processo educativo em geral. Forquin (1993) diz que, se a cultura é uma construção coletiva do ser humano, uma vez que este vive desde tempos primórdios em grupos, desenvolvendo diferentes modos de convivência e sobrevivência. Assim, o homem seria o único ser do planeta que transforma o espaço e cria valores que com o tempo podem ser eliminados e ou transformados, dando lugar a outras construções ou valores. Tudo isso se constitui em conhecimentos adquiridos que serão apreendidos por novas gerações que poderão preservá-las, modificá-las, colocá-las em prática ou mesmo esquecer-las e, em um outro momento, resgatá-las.

Nos últimos anos tem havido um vaivém de buscas de inovações curriculares que não tem possibilitado demonstrar, em seus ensinamentos, as formas particulares de organização e a consequência do conhecimento ensinado sobre a Ciência. (FRANCO *et al*, 1997). Marco (1997) sugere que se recorra à potencialidade formativa da História das Ciências para extrair elementos válidos entre elas, oferecendo aos alunos numerosas exemplificações baseadas em textos escritos por cientistas e outros estudiosos, desde monografias, até estudos diacrônicos, cuja experimentação, em aulas, resultem em uma visão mais ampla e menos convencional da Ciência e do fazer científico. Berduque *et al* (1997) vão afirmar 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. Estas interpretações certamente seriam um caminho mais estimulante e reflexivo para as aulas, pois incrementariam as capacidades de desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos em relação aos conteúdos científicos, rompendo com o mar de sem sentidos de fórmulas e equações. Consideram ainda que, além disso, essas Ciências poderiam melhorar a formação do professor contribuindo para o desenvolvimento de uma epistemologia da Ciência mais rica e autêntica, mudando os paradigmas hoje predominantes em relação aos fatos e eventos científicos e outros não científicos. Nesta direção, Kuhn (1991) entende que a História poderia dar muitas contribuições para alguns esclarecimentos sobre a evolução do conhecimento científico mas, que não são aproveitadas pelos historiadores e muito menos estão presentes nos livros. A concepção de Ciência apresentada por eles

tem nos enganado em aspectos fundamentais. O papel fundamental dos livros e outros materiais de divulgação derivados dessas fontes, conforme o autor, tem sido o de perpetuar a *Ciência Normal*.

Quanto às práticas experimentais, próprias das Ciências da Natureza, não se têm obtido resultados que possam motivar mais aos alunos, já que estes ainda se dedicam em promover a aquisição de conceitos científicos sem sentido e significado para seus mundos reais. Se essa compreensão relativa à natureza das Ciências não se romper, certamente gerará resultados desalentadores para as reflexões que hoje se fazem necessárias sobre a educação científica para o século XXI. Sabe-se que cada vez mais esta compreensão é fundamental para uma percepção crítica das questões relacionadas à Ciência, Tecnologia e seus impactos sociais.

3- Problematizando algumas interpretações que futuros professores de Ciências (Química e Biologia) revelaram a respeito da natureza social e política da Ciência e Tecnologia

Tendo como referencial estudo de Acevedo (2002) sobre atitudes, valores e opiniões sobre a Ciência, Tecnologia e Sociedade de professores do ensino secundário, Mariano (2003) procurou identificar nas representações de 67 futuros professores de Ciências das áreas de Química e Biologia de uma universidade brasileira, em 2003, 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 este estudo e utilizou, como critério de identificação das representações sociais, as respostas **concordo, discordo, indiferente**. O trabalho em tela traz quatro respostas representativas das 20 questões formuladas, para que, através de uma metodologia de análise centrada nas respostas discordantes e indiferentes, poderemos refletir sobre as implicações que estas representações podem gerar nas atitudes docentes durante o processo de ensino-aprendizagem, em temas envolvendo o método científico, Ciência e Tecnologia, dentre outros. Não foi de interesse, neste momento, analisar os índices das respostas concordantes ou desejáveis.

Questões	Respostas		
	C	D	I
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 CIENCIA 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, quando observamos as respostas não desejáveis e as indiferentes. Destacariamos que: 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 tem acesso à ela e porque, etc. Além disso, eles podem estar construindo uma concepção utilitária sobre a Ciência e Tecnologia nos termos de Wood-Robinson *et al* (1998). Esses 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 sociocultural 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 socioculturais 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 transtornos 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 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, 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 preciso introduzir 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 (HOBSBAWM, 1995), estudos de Sabin sobre a poliomielite, a lâmpada elétrica de Thomas Edison, a nanotecnologia do século XXI, dentre outros, poderão ser compreendidos e 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, artista e cientista universal que, 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 provada por Marcello Malpighi que, através do microscópio, 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 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, atrofiaremos 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 Bibliográficas

- 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](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.
- 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 Actitudes Científicas. **Atas V Congreso Internacional Sobre Investigación En La Didáctica De Las Ciencias** . Murcia / ES, p. 161-162, set.1997.
- 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.
- HOBSBAWM, 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.
- 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 Congresso Internacional Sobre La Investigación En La Didáctica De Las Ciencias**. Murcia /ES, p. 409-410, set.1997.
- MARIANO, Glaucia 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.
- 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.