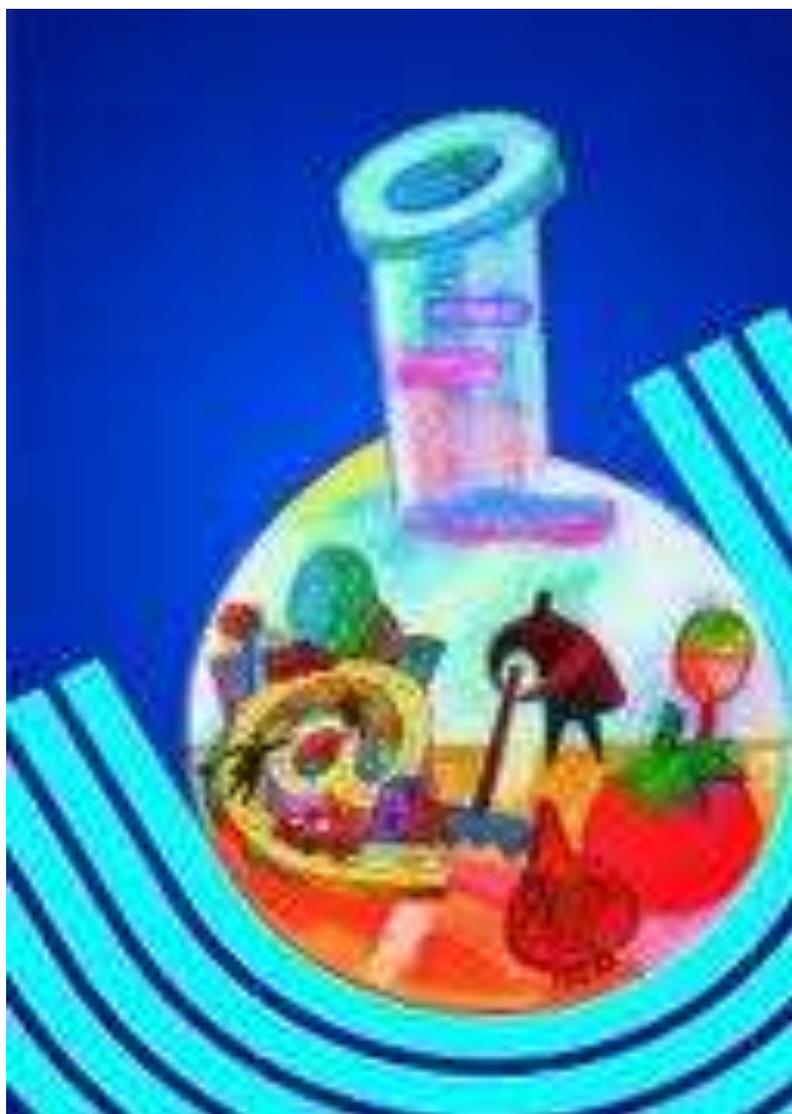

**CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E EDUCAÇÃO: UM
ENCONTRO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**



**Período Novembro e Dezembro de 2010
IFRN/CAMPUS MOSSORÓ**

**MÓDULO 1: Escritos nômades sobre a sociedade da informação e consumismo:
uma tempestade de ideias**

Albino Oliveira Nunes¹
Albano Oliveira Nunes²
Francisco Souto de Souza Júnior³
Anne Gabriella Dias Santos⁴

INTRODUÇÃO

A sociedade pode ser entendida enquanto instituição humana que é “obra do grande imaginário coletivo anônimo” (Castoriadis apud Santos, 1999), alicerçado na cultura. Este seria o elemento unificador que transformaria uma comunidade – conjunto de pessoas – em uma sociedade. São elementos constituintes da cultura a língua, tradições, crenças, regras morais, que se produzem e reproduzem a cada geração (MORIN apud SANTOS, 1999).

Sabemos que além da ciência e tecnologia a sociedade faz uso de outros elementos para interpretar e comunicar a realidade, sendo esses a opinião, as crenças, a cultura, o senso comum, os mitos e as utopias.

De todos esses elementos as crenças e utopias, têm um papel fundamental nas sociedades. Foram as utopias geradas nos séculos passados que influenciaram fortemente a construção de nossa sociedade. A utopia pode ser entendida como uma crença em uma profunda transformação social que se trará uma melhoria substancial à forma de viver da humanidade. Mesmo que não realizáveis estas influenciaram fortemente as ações humanas no contexto social. (SANTOS, 1999)

Elas têm, pois, um papel fundamental na interação entre a sociedade, a ciência e a tecnologia, pois impulsiona com suas forças oníricas a realização dessas últimas. Contudo, ideais utópicos também guiaram atrocidades e a barbárie no século XX, muitas dessas nas quais a ciência e tecnologia tiveram importante função. Basta que lembremos a bomba atômica, armas químicas e biológicas, e as atrocidades cometidas pelos médicos nazistas nos campos de concentração.

Dada a brevidade com que nos propomos a discutir o tema, mais do que definir ou trabalhar possíveis definições sobre o que é a sociedade, optamos por discutir características fundamentais de uma tipologia de sociedade, a que se convencionou chamar “sociedade da informação”.

Nossa sociedade é profundamente marcada pela ciência e tecnologia, mas talvez o principal elemento que a diferencie dos demais estágios sociais (sociedade feudal, sociedade industrial) seja o tratamento e importância que damos a informação. Hoje além de produtos materiais, consumimos também informação nas suas mais variadas formas: filmes, jornais, e-book's, música, cursos..., só para citar alguns.

¹ Licenciado em Química – UERN, Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – UFRN, Doutorando em Química/Ensino de Química - UFRN, Professor do IFRN/Campus Mossoró.

² Licenciado em Física – UERN, Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – UFRN, Doutorando em Engenharia de Teleinformática – UFC, Professor da Rede Pública de Ensino do Estado do Ceará.

³ Licenciado em Química – UERN, Mestrando em Química – UFRN.

⁴ Licenciada em Química – UERN, Mestre em Química – UFRN, Professora de Ensino de Química – UERN.

A comunicação enquanto um valor social vem ganhando progressivamente maior espaço, disseminando-se mais rapidamente do que nunca na história da humanidade. Mas que informação é essa que se dissemina com tal velocidade?

Antes seria melhor chamar de dados desconexos ao que atualmente tem se designado genericamente por informação. A produção massiva de novos conhecimentos e sua comunicação baseada no sensacionalismo não favorece a compreensão global. Inversamente é tão alienante quanto o não saber.

Mover-se nesse contexto de exploração da comunicação é organizar os dados factuais de forma a convertê-los em conhecimento, em esquemas mentais que nos possibilitem compreender e interpretar o mundo (social, científico e tecnológico).

Outros aspectos marcantes e caracterizadores dessa sociedade na qual estamos inseridos são a globalização e o consumismo.

A globalização é um processo antigo que acompanha a história humana. Alguns situam seu início nas “grandes navegações” européias, mas nos interessa nesse momento o atual estágio da globalização e seus efeitos sobre a sociedade. Este tem se caracterizado muito mais pela interação econômica que descentraliza a produção e que tendem a universalizar um “modo de ser”. Tal como se configura, tem ajudado a disseminar tecnologias e informação de forma desigual, excluindo no processo aqueles que não podem ter.

A globalização tem também se constituído em um assassinio cultural, onde culturas locais são oprimidas por uma cultura de massa, sendo esse assassinio cultural uma das grandes ameaças que configuram a situação de emergência planetária na qual nos encontramos (Vilches et al, 2008).

O consumismo é outra característica marcante da sociedade na qual nos encontramos inseridos. A publicidade e o marketing têm sido convertidos em potentes arsenais de alienação cultural, onde se associa a um objeto por um processo de ‘fetichismo’ qualidades às quais em realidade não possui.

Uma comunidade à mercê de grandes marcas e indústrias? É assim que devemos nos ver?

A educação tem uma importante missão nesse cenário. Em uma sociedade onde a informação é utilizada para alienar, a aparente integração das nações e pessoas em partes diferentes do mundo representa apenas uma forma de exclusão mais cruel do que o colonialismo clássico, e as pessoas valem mais pelos objetos de fetiche que conseguem comprar do que por seus valores e conhecimento. Essa não pode ser uma sociedade sustentável, de onde emanem sentimentos de fraternidade e solidariedade.

Ademais, não há recursos naturais suficientes para que todos possam consumir nos padrões dos países desenvolvidos, de tal forma que manter uma sociedade do consumo nos moldes atuais significa manter a exploração de poucos sobre muitos. Uma gama de miseráveis que sustenta a possibilidade de poucos possuírem o supérfluo e descartável.

Sobre a natureza da informação e do conhecimento

A informação sintoniza o mundo. Como elemento organizador, a informação referência o homem ao seu destino; mesmo antes do seu nascimento, através de sua identidade genética, e durante sua existência pela sua competência em elaborar a informação para estabelecer a sua odisséia individual no espaço e no tempo. A importância que a informação assumiu na atualidade pós-industrial recoloca para o

pensamento questões sobre a sua natureza, seu conceito e os benefícios que podem trazer ao indivíduo no seu relacionamento com o mundo em que vive.

O papel estratégico da informação e do conhecimento em diferentes dimensões da vida em sociedade tem sido projetado em aspectos que é hoje objeto de crescente atenção, no que compete à indissociabilidade entre as dinâmicas cognitiva, informacional e inovativa (PATRUCCO, 2003).

A partir das reflexões de Thomas Kuhn sobre a natureza da “evolução do conhecimento científico”, é um equívoco pensar as relações entre conhecimento-informação, como um modelo linear, de relações casuais e simplistas. Uma vez que, essa é constituída de uma forma complexa, devendo, ser levada em conta a gama de elementos intervenientes, que compõem o entorno próprio a cada setor (considerando as especificidades), que afetam e definem o seu direcionamento.

Nesse sentido, tem se procurado caracterizar a essência da informação como a adequação de um processo de comunicação que se efetiva entre o emissor e o receptor da mensagem. Assim os diversos conceitos encontrados para a informação tendem a se localizar no começo e no fim do processo de comunicação.

Quando se observa do lado gerador, a partir das definições tais como : a estrutural, que indicam ser a informação o resultado da relação estática entre objetos materiais, independentes das ações dos seres humanos; ou se tem a definição relacionada somente ao conhecimento, em que a informação é indicada como símbolo produzidos por um gerador para efetivar um processo de transferência, o receptor da informação está excluído do processo, ou não é necessário para sua explicação.

As definições de informações quando relacionadas ao receptor reforçam a intenção semântica da transferência, tratando o conhecimento como experiência. Já o conhecimento, mesmo reconhecido como experiência pessoal, pode ser exteriorizado como informação para outro ser humano mediante discurso, utilizando símbolos, sinais, imagens, fala ou escrita. A informação incorporada pelo sujeito mediante a aprendizagem, se transforma em conhecimento, que não é reduzido ao resultado da experiência direta e imediata do sujeito sobre a realidade, e nem a uma fórmula matemática, sendo a arte, conselho, tecnologia, teoria e a motivação que está por trás de toda a comunicação (WURMAN, 1999).

Nesse sentido, a informação se identifica como o objeto a ser compreendido pelo processo de decodificação e interpretação dos signos que os representam. A eficácia desse complexo sistema de informação e comunicação depende, porém, do desenvolvimento do pensamento reflexivo, capaz de levar o sujeito à abstração e à construção do conhecimento (GOMES, 2000).

Contudo, as definições relacionam a informação à produção de conhecimento no indivíduo, as quais explicam a natureza do fenômeno em termos finalistas, associando-o ao desenvolvimento e à liberdade do indivíduo, de seu grupo de convivência e a da sociedade como um todo. Aqui a informação é qualificada como um instrumento modificador da consciência do homem e do seu grupo. Deixando de ser uma medida de organização para ser a organização em si; é o conhecimento, que só se realiza se a informação é percebida e aceita como tal e coloca o indivíduo em um estágio melhor de convivência consigo mesmo e dentro do mundo em que sua história individual se desenrola.

Diante da globalização e a produção incessante de novos “dados” tem se tornado cada vez mais difícil que a informação cumpra a essa missão ao converte-se em conhecimento e proporcionar uma real melhoria na qualidade de vida das pessoas. O

bombardeio de dados desconexos longe disso tem deixado o indivíduo atordoado em seu tempo, sem as ferramentas necessárias para compreender sua realidade e, portanto, agir e ter parte em sua cidadania.

Se faz necessário ter conhecimento que se traduza em ação sobre o mundo. Mas como gerenciar esta informação crescente? Não nos atrevemos aqui apontar respostas definitivas para esta problemática. Apenas levantamos dois pontos que nos parecem relevantes para o enfrentamento desse panorama e que tem sido deixados de lado.

Alguns tópicos atuais sobre o conhecimento escolar

1. Os mapas conceituais e a aprendizagem significativa

O mapa conceitual pode ser apresentado como uma possibilidade de resposta para a problemática apresentada. Este segundo Ribeiro e Nuñez, baseia-se na Aprendizagem Significativa, desenvolvida por Ausubel.

A aprendizagem significativa é uma teoria de aprendizagem desenvolvida em oposição ao ensino por descoberta. Apesar de ser uma teoria de base construtivista, tem em seu cerne uma semelhança acentuada com o ensino tradicional no tocante a seus métodos. Para Ausubel, uma aula expositiva é um instrumento adequado para o ensino, e mesmo que o sujeito da aprendizagem descobrisse algo, esta aprendizagem poderia ser tida como mecânica, se não se estabelecesse uma relação substancial com os conhecimentos prévios deste sujeito (MARTINEZ, 1997).

A aprendizagem significativa tem como objetivo principal o trabalho com conceitos (RIBEIRO e NUÑEZ, 2004), e para tanto afirma que uma aprendizagem pode-se dar de forma mecânica ou significativa. A primeira se dá quando o novo conhecimento não está relacionado com os demais que fazem parte da estrutura cognitiva do sujeito. Já a segunda, ocorre quando o novo conceito encontra na estrutura cognitiva do aprendiz um conceito inclusor no qual formará uma relação significativa. Essa aprendizagem pode acontecer por dois mecanismos. A diferenciação progressiva que trata a relação descendente existente entre o conceito geral e o conceito específico e a reconciliação integradora que apresenta a característica ascendente, no qual os conceitos subordinados fazem correlações com um conceito mais geral dentro dos esquemas do sujeito.

Dentro dessa perspectiva, a meta-cognição apresenta-se como estratégia por excelência, em que os aprendizes precisam ter conhecimento sobre como se dá o seu processo de aprendizagem. Outro aspecto relevante é o efeito que os conhecimentos prévios sobre a aprendizagem, ainda que esses possam ser facilitadores da aprendizagem há casos nos quais eles podem dificultá-la (MOREIRA, 2008). Daí o papel fundamental de conhecer as concepções, idéias e modelos que os estudantes possuem sobre determinado temas, uma vez que será a relação entre esses e os conceitos que a escola quer transmitir a responsável pela efetuação ou não da aprendizagem significativa. Dentro das estratégias, recursos e métodos desenvolvidos a partir da aprendizagem significativa encontraram-se os mapas conceituais.

Segundo Silva e Nuñez, os mapas conceituais possuem como elementos constitutivos: conceitos, palavras de enlace e proposições. Suas características principais são:

“• Hierarquização: os conceitos estão dispostos na ordem de importância ou de inclusividade. É uma relação de subordinação conceitual. Os conceitos mais abrangentes ocupam os lugares superiores. Um conceito só aparece uma vez e são usadas linhas (setas) para indicar o conceito derivado.

• Seleção: síntese ou resumo que contém a parte mais importante ou significativa de uma mensagem, tema ou texto.

• Impacto visual: trata-se de uma representação visual em que deve apresentar os conceitos e suas relações de modo simples e vistosos. Usar os mesmos destaques para os conceitos. Por exemplo, devem estar dentro de uma figura geométrica como um retângulo com um destaque no tipo de letra.” (SILVA e NUÑEZ, 2007).

Sendo assim os mapas conceituais enfatizam conceitos e significação por terem como referencial a teoria de aprendizagem Significativa de Ausubel.

Considerando a característica da construção de significados Novak e Gowin (1999) propuseram a construção de mapas conceituais como estruturador do conhecimento e seu uso apresenta diversos benefícios, a citar:

- 1- Estimula o desenvolvimento cognitivo e criativo;
- 2- Envolve ambos os hemisférios cerebrais (analítico e criativo);
- 3- Ajuda na revelação das falhas e da compreensão;
- 4- Promove o pensamento reflexivo;
- 5- Organiza o conhecimento;
- 6- Auxilia na habilidade intelectual e estratégica;
- 7- E promove o desenvolvimento lingüístico (TORRES e MARRIOTT, 2006).

A construção de mapas conceituais demanda concentração, raciocínio e estimula os dois lados do cérebro, o analítico e o criativo, ajudando o aluno a atingir um nível elevado de cognição, já que o conhecimento organizado facilita a assimilação, retenção e a recuperação da informação, promovendo o processamento da informação da memória de curto prazo para a memória de longo prazo (MOREIRA, 2006).

Estes têm sido utilizados para realizar a avaliação da aprendizagem, pois professores e alunos podem organizar seu trabalho relacionando conceitos, analisando conteúdos e evidenciando a forma pela qual a construção do conhecimento foi realizada. São úteis na utilização de materiais didáticos. Possibilitando planejar e desenvolver pesquisas e trabalhos tanto em nível individual, quanto coletivo tendo uma forte caracterização ao chamado trabalho colaborativo. O uso desta estratégia de ensino não garante a melhoria da educação, mas a utilização correta pode potencializar o aprendizado (LIMA, 2004).

Novak e Gowin (1988) apud Silva e Nuñez (2007) esclarecem que os mapas conceituais podem ser usados como:

“• Estratégia: para ajudar na aprendizagem dos estudantes e aos professores na organização dos materiais para o estudo.

• Método: para ajudar aos estudantes e professores a captar o significado dos materiais para aprender.

- Recurso: é um recurso esquemático para representar o conjunto de significados na estrutura de proposições.” (SILVA E NUÑEZ, 2007)

2- Educação científica e tecnológica: a questão do letramento

Ademais da quantidade de informação e a demanda por inserir em esquemas mentais e gerenciar a quantidade crescente de dados é necessário se pensar na natureza do próprio conhecimento na sociedade atual.

Como diria Chassot (2006) é preciso que o homem e a mulher sejam capazes de ler o mundo natural e construído a que se convencionou chamar alfabetização científica. Esta nova necessidade formativa do cidadão provém de estarmos inseridos neste mundo repleto de artefatos tecnológicos e impregnados pela racionalidade científica. (AC)

Cajas (2001), no entanto, argumenta que se faz urgente ampliar o entendimento sobre AC, não apenas o conhecimento científico é um conhecimento para todos, mas também o conhecimento tecnológico, segundo este autor, é um direito de todos os, tendo-se em vista que os efeitos (consequências e benefícios) alteram constantemente as vidas de todos e todas.

Assim são muitos os pesquisadores envolvidos em uma defesa da alfabetização científica e tecnológica, não havendo, contudo uma interpretação inequívoca para o termo. A expressão ACT, designa desde ações cujo objetivo é “transmitir” os conhecimentos científicos, com ênfase nos conteúdos conceituais até propostas de discussão da natureza epistemológica do conhecimento científico.

Sendo assim, ao discutir ACT torna-se importante clarificar o conceito que temos em mente. A ACT aqui referida é a que se volta não apenas ao ensino-aprendizagem da ciência em si, mas ao ensino-aprendizagem sobre a ciência, assim como argumentado por Collins e Pinch (2003).

Mesmo tendo como ponto de partida este pressuposto, Santos (2006) põe de relevo as limitações do próprio termo. Segundo este autor, a alfabetização refere-se ao fato de aprender os signos da linguagem escrita, enquanto o letramento refere-se à idéia de uma leitura de mundo e à possibilidade de manuseio desta linguagem, desta forma seria preferível falar em letramento científico e tecnológico, pois o objetivo deste letramento seria não apenas conhecer os signos da ciência é tecnologia, mas poder manusear, interpretar as informações associadas a sua natureza.

Em outro ensaio recente SANTOS (2009) discute a possibilidade real de letramento científico e tecnológico a partir dos pressupostos do educador Paulo Freire. Assim, o indivíduo deve aprender sobre C&T a partir dos problemas reais que o cercam: desastres ambientais, uso de cosméticos, fome mundial, consumo de energia, relações de poder na indústria, ...

Essa abordagem que começa a se fazer presente em alguns materiais didáticos (Mol et al, 2005) visa uma inserção das informações a partir de temas relevantes socialmente. Essa proposta inverte a lógica tradicional do currículo, construído a partir da lógica do conhecimento científico, passando a valorizar a vida “real” o que a nosso ver contribui com a formação de uma nova perspectiva de visão sobre o conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essas considerações não são mais que pontos de partida, uma vez que a compreensão de nosso tempo, nossa sociedade e a relação que travamos com a informação são temas recorrentes na literatura, e a nosso ver estão longe de serem esgotados.

Aqui trouxemos apenas duas ações da educação escolar que não tem sido frequentemente associadas à discussão sobre a modernidade do conhecimento e essa sociedade pós-moderna.

No terreno movediço da pós-modernidade a busca por encontrar-se dentro do mar de informação deve ser uma busca coletiva pautada na solidariedade. Esperamos modestamente ter contribuído com nossa peça para o farol.

REFERÊNCIAS

- CAJAS, F. **Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico**. Enseñanza de las ciencias, Barcelona, v.19. n.2. p.243-254, 2001.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 4ª ed, 2006.
- COLLINS, H., PINCH, T. **O golem: o que você deveria saber sobre ciência**. São Paulo: UNESP, 2003.
- FARIA, Tereza C. L. de, NUÑEZ, I. B., O ensino tradicional e o condicionamento operante. In: NUÑEZ, I. B., RAMALHO, B. L. Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, 2004.
- GOMES, Henriette Ferreira. O ambiente informacional e suas tecnologias na construção dos sentidos e significados. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 29, n. 1, p. 61-70, jan./abr. 2000.
- LIMA, G. A. B.; Mapa conceitual como ferramenta para organização do conhecimento em sistemas de hipertextos e seus aspectos cognitivos, *Perspect. Ciência inf., Belo Horizonte*, v.9,n.2, 2004.
- MARTÍNEZ, N. M., Fundamentos de didáctica de las ciencias experimentales, *Manuales, Almaría*, 1997.
- MARCONDES, D. A crise de paradigma e o surgimento da modernidade. In: BRANDÃO, Z. (Org.). *A crise dos paradigmas e a educação*. São Paulo : Cortez, 1994. p. 16-29.
- MOREIRA, Marcos. Antonio. Mapas conceituais e diagramas V, Edição independente do Autor, Porto Alegre, 2006.
- MOREIRA, Marco Antonio, Negociação de significados e aprendizagem significativa, *Ensino, Saúde e Ambiente*, v.1, n.2, p 2-13, dez.2008.
- PATRUCCO, Pier Paolo. Institutional variety, networking and knowledge exchange: communication and innovation in the case of the Brianza technological district. *Regional Studies*, v. 37, n. 14, p. 159, Apr. 2003.
- RIBEIRO, R. P., NUÑEZ, I. B., A aprendizagem significativa e o ensino de ciências. In: NUÑEZ, I. B., RAMALHO, B. L. Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, 2004.
- SILVA, M. G. L. ; NUÑEZ, I. B. . Instrumentação para o Ensino de Química II.. 1. ed. Edufrn: Natal RN, 2007.

TORRES, P. L., MARRIOTE, R. C. V.; Tecnologias educacionais e educação ambiental: uso de mapas conceituais no ensino e na aprendizagem, Curitiba:FAEP, 2006.

SANTOS, M. E. V. M. dos, Desafios pedagógicos para o século XXI: suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social. Lisboa: Livros Horizontes, 1999.

Santos, W. L. P. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. Química Nova, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 611-620, 2006.

SANTOS, W. L. P. Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. Science Education, v. 93, p. 361-382, 2009.

SANTOS, W. L. P., MÓL, G. de S., **Química e Sociedade**, São Paulo: Nova Geração, 2005.

VILCHES, A, GIL-PÉREZ, D., MACÍAS, Ó., TOSCANO, J. C. Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de La ciudadanía y, en particular, de los educadores, en La construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. Revista CTS, nº 11, vol. 4, 139-162, Julio de 2008.

WURMAN, Richard Saul. *Ansiedade de informação: como transformar informação em compreensão*. São Paulo: Cultura, 1999.

MÓDULO 2: A crise no ensino de ciências e o Movimento das concepções alternativas

Albino Oliveira Nunes
Ana Lúcia Aguiar Lopes Leandro
Anne Gabriella Dias Santos
Kelânia Freire Martins Mesquita
Romildo H. dos Anjos Júnior

O Brasil passa por um momento de redefinições em seu sistema educacional, como não poderia deixar de ser, sendo assim, novos paradigmas passaram a fazer parte do ideário dos professores e alunos, iniciado a partir da reforma de 1996 e o lançamento da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)¹ e dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental² e Médio³ (PCN's), respectivamente em 1996, 1997 e 1999. Ocorre então um debate, baseado principalmente no construtivismo, onde a escola tradicional passa a ser descartada de maneira generalizada.

É notório que o ensino tradicional não atende às exigências formativas⁴ do indivíduo inserido em um mundo globalizado, contudo desprezar essa forma de ensino sem reflexão prévia e sem destacar seus pontos positivos, é um erro que não deve ser cometido. E sabendo que os paradigmas “desempenham um papel ao mesmo tempo subterrâneo e soberano sobre a teoria”⁵, deve-se tomar cuidado com as cegueiras paradigmáticas, pois estes determinam o que é válido em cada corpo teórico, e sob este ponto de vista o ensino tradicional passa a ser desvalorizado.

Neste panorama, de mudanças ideológicas profundas, há ainda, um cenário de crise, onde alunos mostram-se apáticos, professores desestimulados, a estrutura física não corresponde ao ideal almejado e nem sequer o ensino tradicional obtém os resultados esperados. Como vamos então, imaginar uma transformação no sistema educacional implantando teorias e métodos inovadores se nem ao menos a forma “clássica” consegue ser executada adequadamente? E ainda considerando que os paradigmas deformam a realidade segundo a sua lógica, essas novas ideologias também trarão consigo equívocos que terão que ser discutidos e solucionados.

No entanto, as causas dessas dificuldades ainda que explícitas são confundidas com seus efeitos o que torna a problemática mais complexa e de difícil solução. E isso ocorre, pois as dificuldades do ensino acabaram por formar um ciclo vicioso⁶, onde os professores lidam com uma estrutura deficiente o que acaba por desestimar os estudantes. Estes, por sua vez, acabam aprendendo muito menos do que deveriam, indo para as séries superiores sem a “bagagem” necessária.

Ademais, o ensino de ciências passa por outra crise, esta de alcance mundial, onde os estudantes acabam por não atenderem as expectativas ou manterem idéias e atitudes equivocadas sobre a ciência mesmo depois de anos de estudo⁷ apesar de todos os esforços dos professores.

Assim, é necessária uma reorientação da educação, em especial a científica para poder ser uma educação transformadora que segundo vários autores^{8,9 e 10} procura formar o cidadão, ser político.

Necessidade de mudança

Hoje, não se pode continuar a repetir o processo de ensino-aprendizagem como se ainda estivéssemos em plena idade média, quando o exercício da memorização centrava em si maior parte dos esforços. Afinal de contas, naquele momento histórico era indispensável o armazenamento da maior quantidade possível de conhecimentos factuais. Não se quer aqui expressar qualquer juízo de valor sobre este período histórico. Quer-se ressaltar apenas que nos encontramos em um período em uma nova conjuntura social e, por isso, as necessidades formativas são outras.

O objetivo desse ensino era formar bons tradutores em um mundo onde os livros eram poucos, raros, e às vezes, proibidos. Desta forma, não se podia recorrer a eles a qualquer momento, por isso, a necessidade de reter as informações. Essa forma de pensar o ensino influenciou largamente a prática docente por muitos séculos e podemos notar sua marca no trecho de Antunes¹³:

...”Tempos atrás - que lamentavelmente ainda é forma de pensar de alguns professores - a escola mostrava que o caminho da aprendizagem eram as trilhas da memorização e quanto mais papagaio fosse um aluno, maiores as oportunidades que dispunha para passar nos temíveis exames. Possuir uma memória extraordinária, ainda que jamais contextualizando os fatos guardados com os problemas do dia-a-dia, era sinal indicativo de qualidade e até mesmo de inteligência, recurso imprescindível para se escapar de doloridos puxões de orelha.

Pelo menos neste aspecto, a escola de agora mudou bastante...”.

Será que esta realidade mudou?

A impressão que se tem é que os conhecimentos factuais e conceituais continuam a ser o núcleo principal das disciplinas⁷ do ensino básico e superior, ficando em segundo plano a aquisição de conhecimentos procedimentais e atitudinais.

E, ainda, levando em consideração mais especificamente o caso do Brasil que apresenta péssimos resultados no PISA¹⁴ (Programme for International Students Assessment) - avaliação internacional que avalia o conhecimento de jovens de 15 anos de idade quanto à capacidade de leitura, conhecimentos em matemática e em ciências - nota-se que é necessário uma transformação urgente no sistema educacional. Segundo os resultados do PISA o Brasil se encontra em penúltimo lugar tanto em conhecimentos matemáticos como conhecimentos em ciências. O caso brasileiro tornar-se dramático quando se observam os dados fornecidos pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) quanto ao analfabetismo. Segundo esses dados existem cerca de 46 milhões de analfabetos no Brasil, entre analfabetos absolutos e funcionais¹⁵.

Didática das Ciências Experimentais e suas contribuições teórico-metodológicas

A Didática das Ciências (DC) ou Didática das Ciências Experimentais (DCE) é um campo de conhecimento que se encontra ainda em formação, mas nos últimos 15 anos¹⁶ muito se tem pesquisado e muitas contribuições foram dadas a esse campo.

E é como fruto das pesquisas em DC que surgem e se aplicam as teorias e metodologias ao ensino de ciências. De forma geral, podem-se dividir as propostas encontradas dentro da DC para o ensino de ciências em duas, a saber:

- 1- Didática a partir da perspectiva do conhecimento científico.
- 2- Didática a partir da perspectiva do conhecimento do aluno.

Dentre as duas a primeira baseia-se fundamentalmente na estrutura do conhecimento científico, sua epistemologia e na história da ciência. A partir das teorias que tentam explicar o desenvolvimento desta, criaram-se propostas didáticas para que o aluno possa aprender de forma semelhante¹⁶.

Dentro desta perspectiva encontram-se como principais modelos os seguintes:

- *Cambio Conceitual;
- *Ensino por investigação;
- *Resolução de problemas como investigação;
- *Didáticas fundamentadas em procedimentos científicos.

A segunda perspectiva, ao contrário, apresenta suas propostas didáticas baseadas na própria estrutura do desenvolvimento cognitivo do aluno. Assim tenta vencer as limitações da outra perspectiva que apresentarem um distanciamento do aluno, o que acaba por gerar várias dificuldades. As duas principais teorias desta proposta são:

- * A aprendizagem significativa de Ausubel;
- * Construtivismo, a partir da teoria piagetiana.

De forma geral, essas propostas podem auxiliar muito a prática docente do professor de disciplinas científicas (química, física e biologia). E levando-se em consideração que tanto a primeira como a segunda apresentam limitações⁷, um caminho para os educadores seria trabalhar em sala com as orientações que melhor se adequarem aos estudantes e ao conteúdo que naquele momento está sendo trabalhado.

Contudo, para que se possa agir dessa forma o educador em ciências deve ter em domínio teórico grande de cada um dos modelos, sob pena de não aplicá-los adequadamente ou estar limitado a uma única forma de trabalho.

Uma aproximação sobre o significado da Ciência e Tecnologia para Sociedade

Albino Oliveira Nunes
Romildo H. dos Anjos Júnior

Que impactos a ciência causou em nossa forma de viver, será que a seríamos os mesmos, ou pensaríamos da mesma forma sem ela? Essas perguntas podem

inicialmente parecer estranhas ou mesmo sem propósito, uma vez que seríamos tão humanos quanto somos se não tivéssemos a nossa mão os recursos advindos da ciência e tecnologia. Certo?

Para começar a responder essa pergunta pensemos o que significa *ser humano*⁵ hoje. Talvez, para muitas pessoas signifique ter direito e acesso a alimentação adequada, educação, ser sensível aos problemas alheios, poder participar ativamente como cidadão dos mais diversos processos sociais e da cultura. Ou dentro de uma visão mais estreita ser capaz de “dominar” a natureza através de sua inteligência. De todos esses elementos que se podem atribuir ao *ser humano* é muito improvável que não se possa demonstrar um papel importante da ciência em sua constituição.

Se dissermos que é um direito de todos o acesso aos alimentos, não podemos esquecer a revolução verde que nos permitiu aumentar significativamente a nossa capacidade de produzir, ou mesmo a extensa logística de transporte que permite a distribuição de gêneros alimentícios de uma parte do mundo a outra.

E o que dizer da nossa educação? Grande parte dela é baseada nos avanços dessa ciência e tecnologia, e mesmo disciplinas *humanísticas*, têm muito a agradecer às contribuições das exatas e naturais: a datação por carbono 14, recuperação de documentos e monumentos históricos, autópsias, ...

Para ir mais profundo em nossa análise o que seria mais humano do que a própria contagem do tempo? Em cima do tempo construímos nossa identidade (jovem, adulto, idoso), nossos projetos de futuro, nossas lembranças, nossa sociedade. Em que caos nos encontraríamos se não fôssemos capazes de dividir, medir, quantificar os horas, dias, anos... Como marcar uma reunião se não há um relógio e calendário para nos auxiliar? Essas ‘pequenas’ coisas que se tornaram comuns/ essenciais ao nosso dia-a-dia, nos passam despercebidas, mas são fruto de inúmeras pesquisas astronômicas.

Então se nossa forma de ser é tão impregnada de ciência é natural que nos interessemos demasiado pelos assuntos relacionados ao seu uso, seu desenvolvimento, e sua constituição. Principalmente nos dias atuais quando esta parece ter adquirido um status de “verdade”, mesmo que estudiosos afirmem que a verdade científica não corresponde necessariamente à realidade, senão a uma representação. Como aponta Julián et al (2001)¹⁷, a ciência é uma parte importante da cultura ocidental, mesmo em meios não letrados se pode observar como as teorias científicas são difundidas (ainda que carregando grandes distorções), sendo assim é comum alguns desenhos falarem em raios laser, em velocidade da luz, ou mesmo esotéricos evocarem a figura de Einstein para justificar que este prova a relatividade das “coisas”.

Voltando ao nosso primeiro questionamento, podemos agora afirmar que somos um tipo de ser humano formado também a partir desta ciência produzida por nós, e que sem esta as relações desenvolvidas com o planeta e com os nossos similares seriam muito diversas das quais atualmente possuíamos.

Desta forma o conhecimento científico nos é muito próximo, mas paradoxalmente também é muito distante e algumas vezes incompreensível. Mesmo, com todo esse conhecimento disseminado, não compreendemos enquanto sociedade a ciência que produzimos, financiamos e da qual usufruímos.

Como reverter tamanho contra-senso? Nos parece claro que a mídia, longe de esclarecer e ou contribuir com a desmistificação da ciência tem muito mais contribuído

⁵ Estamos tratando o ser humano em sentido mais amplo que o biológico, uma vez que nessa perspectiva a definição seria bem mais restrita.

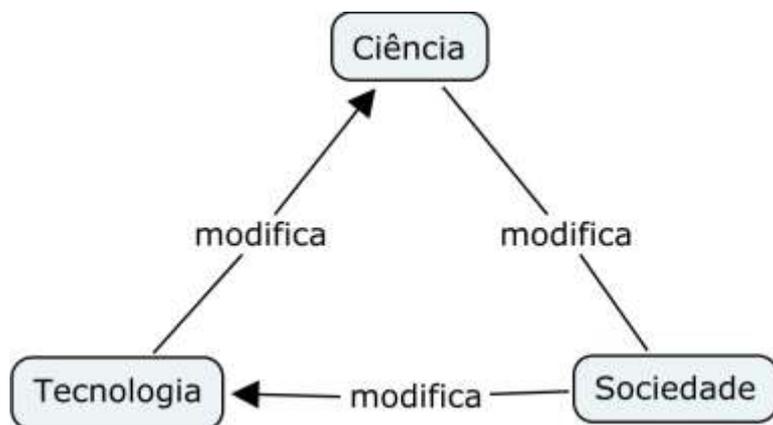
para uma visão estereotipada, onde ora os cientistas são loucos que promovem a “destruição do mundo”, ora detentores absolutos da verdade.

Nosso ensino de ciência também traz em si algumas dificuldades que devem ser levadas em consideração quando tratamos do tema. Talvez nossa forma de ensinar tenha durante muito tempo esquecido a proximidade que há entre a ciência/tecnologia que produzimos, as transformações sociais, as dinâmicas históricas e os processos econômicos. E este distanciamento passa a falsa noção de que a química que se ensina não faz parte da vida, a física não está presente no dia de sol que se passa na praia, ou que a “biologia está em todo lugar, mas não sei pra que estudo.”

Diante de tudo isso como a sociedade pode estar consciente dos efeitos produzidos pela tecnologia que usa? Como decidir se é necessário investir mais em vacinas, ou em pesquisas sobre o câncer? Este é o ponto crítico em que nos encontramos. A televisão divulga uma imagem deturpada e a educação distancia do contexto (algumas vezes até da realidade). Paralelamente, os investimentos em pesquisas são cada vez maiores e os resultados são disseminados com maior rapidez.

Que caminhos poderíamos tomar a partir de então? As respostas começaram a ser desenhadas durante a Segunda Grande Guerra mundial, quando se notou que era impossível ignorar a ciência. Ela simplesmente se impunha, necessitava de grandes investimentos e como ficou provado em Hiroshima, poderia levar à destruição da humanidade. Mas esse pensamento latente só começa a ganhar a força de uma teoria e campo de estudo muitos anos depois na década de setenta, nos Estados Unidos em função desta relação desequilibrada que as pessoas possuíam com a tecnologia. Dentro desta perspectiva é que surge um movimento chamado STS (Science – Technology – Society) ou em português CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade).

Essa área de estudo dedica-se a entender as interações entre estes três componentes como indica o Infográfico 1.



Esse movimento rapidamente se expande para outros países “desenvolvidos” que até os dias atuais são expoentes no estudo dessas relações, a saber: Holanda, Inglaterra e Espanha.

E o que nos traz de novo esse enfoque para o ensino de ciências? Uma vez que foi pensado para constituir-se com a base de uma alfabetização científica, ou educação

para a cidadania, ela nos tem muito a dizer. Seu modelo de ensino⁶ baseia-se na necessidade de cada cidadão individualmente ter conhecimentos sobre a ciência e com base neste tomar decisões em seu dia-a-dia.

Pode parecer distante a idéia de que a ciência da escola tenha que nos dar subsídios para nossa ação cidadã, mas justamente por não se compreender desta forma é tão preocupante e urgente contextualizar nosso conhecimento. E é isso que propõe a perspectiva CTS, trabalhar os conhecimentos científicos dentro da problematização de seus conceitos e do significado social de sua construção. Busca-se com isso a emancipação intelectual do indivíduo, que não pode estar à mercê de decisões oriundas de especialistas.

A busca por um ensino baseado nesta teoria nos remete aos grandes problemas da humanidade, como os apontados Bybee (1987) APUD Membiela (2001)⁹.

- 1- A fome no mundo e os recursos alimentícios
- 2- O crescimento da população
- 3- Qualidade do ar e da atmosfera
- 4- Recursos de água
- 5- Tecnologia da guerra
- 6- Saúde humana e enfermidade
- 7- Escassez de energia
- 8- Uso do solo
- 9- Substâncias perigosas
- 10- Reações nucleares
- 11- Extinção de plantas e animais
- 12- Recursos minerais

É lógico, que apesar desta suposição de grandes temas, cada professor dentro de sua prática diária tem que fazer suas reflexões e decidir juntamente com a turma que temas trabalhar, uma vez que há uma necessidade de se direcionar o estudo para os conhecimentos mais significativos na perspectiva dos estudantes. Assim, por mais importante que seja a discussão sobre a utilização de energia nuclear, em uma comunidade afetada por efeitos danosos da contaminação de um manancial, com certeza será mais produtivo trabalhar as fontes poluidoras e suas causas.

Assim, para a região do Vale do Assu, propõe-se inicialmente os seguintes temas:

- 1- Contaminação do Rio Assu
- 2- Agroindústria
- 3- Acesso a serviços de saúde
- 4- Impacto da atividade Ceramista
- 5- Carcinicultura e devastação dos mananciais
- 6- Extinção dos peixes na Lagoa Piató

Esses são apenas alguns temas que podem ser acrescidos, e constituem-se em uma última análise desdobramentos de temas maiores, contudo ao especificar se encontra maior significado. No entanto, resta uma dúvida, como trabalhar de forma

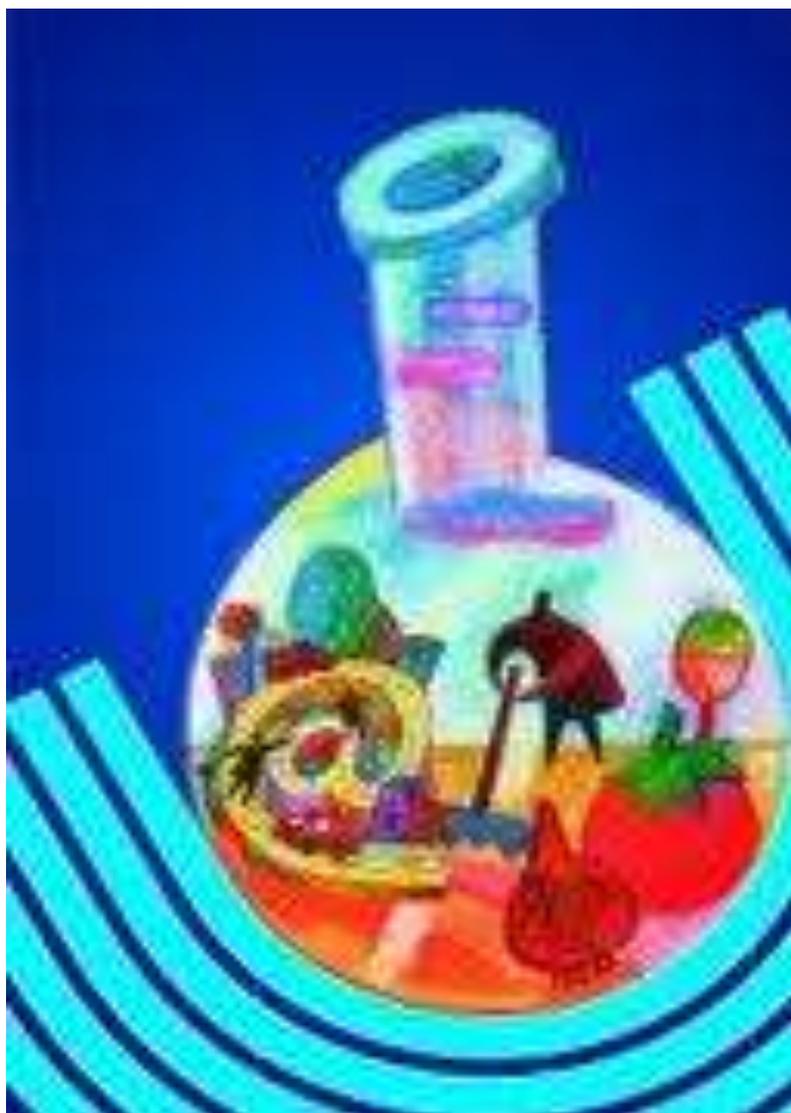
⁶ O movimento CTS é amplo e constitui-se como um campo de estudo dinâmico que questiona as relações Ciência - Tecnologia – Sociedade, assim a preocupação com o ensino é um dos principais focos de estudo, mas não o único dentro de seu arcabouço teórico.

prática com a orientação CTS, em sala de aula? Segue abaixo a descrição de uma proposta baseada nesta perspectiva.

Referências Bibliográficas

- 1- BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº9394/96. Brasília: 1996
- 2- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais, ensino fundamental. Brasília: Ministério da Educação, 1997.
- 3- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais, ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- 4- LIBÂNIO, José Carlos. Educação Escolar: políticas, estrutura e organização. Cortez, São Paulo, 2003.
- 5- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*, 2ª ed., Cortez, São Paulo, 2000.
- 6- ROSA, S.S. Construtivismo e Mudança, 5ª ed., Cortez, São Paulo, Coleção questão de nossa época, 1999.
- 7- POZO, J.I., GÓMEZ CRESPO, M.A., Aprender e ensinar ciência, 5ª ed., Morata, Madri, 2006.
- 8- VALE, M. I. P. As questões fundamentais da didática., Ed. Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1995.
- 9- MEMBIELA, P., Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias in MEMBIELA, P., Enseñaza de las ciencias desde la perspectiva CIENCIA- TECNOLOGÍA-SOCIEDAD, Formación científica para la ciudadanía, 1ª ed., Narcea, Madri, 2001
- 10- SANTOS, W. L. P., SCHNRTZLER, R. P. Educação em Química, Compromisso com a cidadania, 3ª ed, Editora UNIJUÍ, Unijuí, , 2003.
- 11- LEANDRO, A. L. A. L. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, 2003.
- 12- OLIVEIRA, E. da S. G. Ciências & Cognição;07(2006).
- 13- ANTUNES, C. A memória Como os estudos sobre o funcionamento da mente nos ajudam a melhorá-la ,3ª e. ,Editora Vozes, Petrópolis, 2003.
- 14- http://www.inep.gov.br/imprensa/noticias/outras/news03_25.htm acessada em março de 2007.
- 15- http://www.inep.gov.br/imprensa/artigos/mapa_analfabetismo.htm acessada em março de 2007.
- 16- MARTÍNEZ, N. M., Fundamentos de didáctica de las ciencias experimentales, Manuales, Almaría, 1997.
- 17- JULIÁN, María Sangrario Gutiérrez. CRESPO, Miguel Ángel Gómez. MARTÍN- DÍAZ, María Jesús. Es cultura la ciencia? in MEMBIELA, P., Enseñaza de las ciencias desde la perspectiva CIENCIA- TECNOLOGÍA-SOCIEDAD, Formación científica para la ciudadanía, 1ª ed., Narcea, Madri, 2001

**CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E EDUCAÇÃO: UM ENCONTRO NO
ENSINO DE CIÊNCIAS**



**Período Novembro e Dezembro de 2010
IFRN/CAMPUS MOSSORÓ**

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências, incluindo-se aí o ensino de química, passa por uma crise de abrangência mundial (POZO e GÓMEZ CRESPO, 2009) onde nota-se um crescente desinteresse dos estudantes por matérias científicas e a persistência de visões equivocadas sobre a natureza do conhecimento. Isto pode ser notado mesmo após os anos de escolaridade básica, apesar dos esforços dos docentes. Tais constatações são seriamente preocupantes uma vez que dilemas éticos e ambientais se põem frente à sociedade derivados da aplicação do conhecimento científico-tecnológico.

Porém, há que se levar em conta que muitas vezes os próprios professores podem ter visões deformadas sobre a natureza da ciência e sobre suas relações com a sociedade e a tecnologia, o que alguns autores chamam de visões inadequadas (VIEIRA e MARTINS, 2005).

Em diversos trabalhos relatados na literatura (Harres, 2004; Borges, 2007; MESQUITA e SOARES, 2008) percebe-se que persiste um olhar empirista-positivista, que exclui em grande parte aportes da filosofia da ciência em suas representações mais marcantes: Thomas Kunh, Paul Feyrebend, Bachelard.

Paralelamente, vive-se uma era de mundialização da cultura na qual os efeitos da ciência e da tecnologia se fazem sentir de forma notadamente marcante em todas as partes do planeta integrando culturas, modificando realidades sociais e possibilitando o contato entre pessoas separadas geograficamente. De onde se depreende que se torna ainda mais urgente a emergência de uma alfabetização científica, que segundo Chassot (2007) seria um “conjunto de conhecimentos que facilitariam ao homem e a mulher ler o mundo em que vivem.” Essa alfabetização encontra um paralelo adequado com o movimento CTS/CTSA, contudo como ressalta Acevedo (2001), uma percepção positivista é um dos entraves a uma mudança de postura rumo a esse enfoque de ensino. Inversamente, uma alfabetização científica de base positivista só reforçaria os mitos transmitidos pela mídia (não só por ela: escola, ambiente social, trabalho, etc): a ciência como grande benfeitora da humanidade, a imparcialidade do cientista natural, entre outras.

Tendo em vista tais ponderações e o que afirmam Collins e Pinch (2003) sobre a natureza controversa do conhecimento científico, pode-se chegar à conclusão que os mesmos autores apresentam: a ciência que o cidadão deve conhecer é ciência controversa, polêmica e que não obtêm consenso. Ou nas palavras dos próprios autores ao convidar o leitor a partilhar de suas reflexões na obra O Golem: “Aprender um pouco sobre ciência (...) mas também aprender muito a respeito da ciência – Aprender a amar o gigante desajeitado que ela é.” (COLLINS E PINCH, 2003).

Paralelo a essas discussões é crescente o debate sobre a questão ambiental, em virtude dos problemas enfrentados por ações antropogênicas, tais como as mudanças climáticas, contaminação de mananciais, esgotamento de recursos naturais. A esse conjunto de efeitos ambientais e sociais alguns autores (VILCHES et al, 2008) tem chamado de emergência planetária ou situação do mundo, chamando atenção para a insustentabilidade dos padrões atuais de vida.

No entanto, como comprovam Vilches et al (2004) a educação em ciências não tem prestado a devida atenção à essa problemática, o que estes pesquisadores constataam através da análise das concepções de professores em serviço e em formação, dos manuais didáticos e dos artigos especializados. E pode-se observar em seus estudos que

os agentes envolvidos na educação científica não percebem fatores cruciais da emergência mundial, como o aumento da população e destruição da diversidade cultural. Assim, visto a necessidade de uma perspectiva global para os problemas mundiais, que consiga superar o obstáculo de um tratamento reducionista e pontual até então praticados (VILCHES et al, 2008) se necessita abordar os problemas conjuntamente. Rechaçando “a hiperespecialização que impede de tanto a percepção do global (que ela fragmenta em parcelas), quanto do essencial (que ela dissolve)” (MORIN, 2000). No ensino das Ciências Naturais e particularmente o de química, o professor deve estar atento e espera-se que ele tenha condições de trabalhar as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e poder contribuir com a formação cidadã de seus estudantes.

Desta forma, a necessidade de uma formação do licenciado em química com enfoque CTSA torna-se relevante e faz-se necessário um material de apoio que possa subsidiar essa formação.

No tocante ao material didático Zabala (1998) defende a idéia de que este é de fundamental importância e não lhe é dada a necessária atenção. Na visão deste autor, sua importância seria tão decisiva que chegaria muitas vezes a determinar a atividade docente.

Dentro desta perspectiva, a produção de materiais didáticos adequados para o suporte à atividade do professor ganha uma nova dimensão. Sabe-se que para o ensino de química no nível médio, existem materiais voltados ao ensino CTSA (Santos et al, 2005), contudo desconhecemos um material, por exemplo voltado ao licenciando, objeto desse projeto de pesquisa.

Assim sendo nos propomos a trabalhar tendo como guia uma perspectiva crítica, que contribua com a formação de um profissional reflexivo e capaz de pensar a realidade sócio-ambiental e científico-tecnológica em suas múltiplas relações.

A Idéia

De onde ela vem?! De que matéria bruta
Vem essa luz que sobre as nebulosas
Cai de incógnitas criptas misteriosas
Como as estalactites numa gruta?!

Vem da psicogenética e alta luta
Do feixe de moléculas nervosas,
Que, em desintegrações maravilhosas,
Delibera, e depois, quer e executa!

Vem do encéfalo absconso que a constringe,
Chega em seguida às cordas da laringe,
Tísica, tênue, mínima, raquítica...

Quebra a força centrípeta que a amarra,
Mas, de repente, e quase morta, esbarra
No molambo da língua paralítica!

Augusto dos Anjos

1- QUESTIONANDO A HEGEMONIA DO CONHECIMENTO TECNOCIENTÍFICO

Como já discutido por alguns autores (DEMO,2001; Cajas, 2001; Chassot, 2007) vivemos em uma sociedade marcada pelos efeitos da ciência e da tecnologia. Esta sociedade que se apresenta com seus artefatos e produtos tecnológicos influencia nossa forma de viver, pensar e sentir.

As tecnologias da informação que aproximam pessoas distantes geograficamente; as técnicas de reprodução assistidas, que possibilitam a realização dos sonhos de pais estéreis; a produção de medicamentos e cosméticos que alteram a visão e relação com nosso corpo são alguns exemplos de como a tecnociência tem hoje um papel fundamental junto às populações humanas.

Mas algumas questões se interpõem quando ponderamos sobre o significado da ciência e tecnologia. Seriam os conhecimentos científicos verdadeiros no sentido de ontológico? Ou seja, a ciência é uma representação fiel da realidade ou o empreendimento científico seria uma construção sobre a realidade? Uma tentativa de compreender a natureza, sem poder-se atribuir a esta status de conhecimento seguro e imutável.

A princípio esta discussão pode parecer estranha para estudantes e professores das ciências exatas e naturais, ou mesmo pesquisadores das ciências humanas. Contudo são questões que há muito fazem parte das preocupações da filosofia da ciência. Muitos teóricos dedicaram-se à compreensão do conhecimento científico, sua validade, seu processo de construção e sua evolução histórica. Entre os quais podemos citar Popper, Lakatos, Kunh, Feyranbend, Morin, Maturana, entre outros.

Essa discussão sobre a epistemologia da ciência é objeto de vários trabalhos acadêmicos (Kunh, 1996; Feyranbend, 2007; BORGES, 2007, Zanetic, 2004; Alves, 2007) contudo como apontam alguns pesquisadores (HARRES, 2005; Pérez et al, 2001; MESQUITA e SOARES, 2008) muitos estudantes, professores e pesquisadores continuam a apresentar visões positivistas em relação à ciência.

Passamos em seguida a descrever sucintamente idéias e conceitos de alguns desses epistemólogos que consideramos mais relevantes para o discussão que desejamos iniciar. Não pretendemos aqui nos estender na discussão de questões epistemológicas em profundidade. Tentamos, apenas, abordar conceitos importantes que possam contribuir com o entendimento das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente e possam, também, demonstrar posicionamentos diversos sobre a ciência e seu status.

1.1 – Empirismo, positivismo e positivismo lógico

O empirismo é uma tradição filosófica que acredita na possibilidade de conhecer a natureza a partir da experiência. Durante a história do pensamento humano esta tradição de pensamento desempenhou um importante papel, de tal forma que como afirma Harres (2004) a maior parte dos professores de ciências tem concepções empiristas, fato

este traduzido na forma como estes professores percebem a função da experimentação no ensino (Borges, 2007).

Uma importante representação do empirismo é a idéia do método científico, idealizado por Francis Bacon. Tal método deveria ser empregado na construção do conhecimento científico, e baseava-se na indução. Assim, o cientista deveria coletar o máximo de dados possíveis para a formulação (descoberta) das leis naturais. A intenção do cientista era “ouvir a natureza”.

O positivismo, escola filosófica herdeira dos princípios empiristas considera impossível conhecer “as causas ou razões para fenômenos, cabendo a ciência apenas estabelecer as leis às quais estão sujeitos” (BORGES, 2007).

Se nos detivermos a essa afirmação, pode-se chegar à conclusão de que grande parte do conhecimento que hoje rotulamos de científico estaria fora desse escopo, quando acreditamos nessa premissa positivista. São exemplos algumas teorias cosmológicas que procuram explicar a origem do universo, ou mesmo grande parte da teorização da química que procura explicar as reações químicas em termos causa-efeito.

A água é capaz de dissolver grande parte dos sais inorgânicos, em maior ou menor proporção, esse conhecimento estaria dentro dos limites do possível, contudo as explicações para o fato (dissolução dos sais), como os aspectos termodinâmicos desse processo estariam fora do conhecimento científico.

Na década de 20 do século XX constitui-se informalmente um grupo de filósofos preocupados com a lógica do conhecimento científico. Para este grupo denominado Círculo de Viena, a função da filosofia da ciência seria a de analisar logicamente o conhecimento científico. O positivismo lógico é uma expressão extremada do empirismo, que tem entre seus representantes Rudolf Carnap, Herbert Feigl, Otto Neurath entre outros. Para Cupani (1995) *apud* Borges (2007) o positivismo afirma que a ciência seria:

- Objetiva;
- Válida;
- Metódica;
- Precisa;
- Perfectível, progressiva e cumulativa;
- Desinteressada e impessoal;
- Útil e necessária, pela aplicação de seus resultados;
- Capaz de combinar raciocínio e experiência;
- Hipotético, em busca de leis e teorias;
- Explicativo e prospectivo.

O mesmo pensamento quando aplicado a análise da tecnologia, pode ser expresso sob a forma de uma confiança nas decisões técnicas e, sobretudo a idéia de que a tecnologia invariavelmente está associada ao progresso humano. Para os positivistas a tecnologia e a ciência são promotores do bem-estar e melhorias na qualidade de vida dos seres humanos.

1.2 - O Falseacionismo Poperiano

Diversas críticas são feitas ao positivismo, uma das mais antigas é o “problema de Hume”, ou “problema da indução”. O filósofo escocês David Hume, já apontava a impossibilidade de se afirmar a repetição de um fato, com base em fatos passados, ainda que se observasse por muitas vezes esse. Ou em outras palavras, mesmo que um biólogo

observasse inúmeros cisnes brancos, e por indução chegasse à conclusão de que todos os cisnes são brancos, isso não garante que no futuro não se possa encontrar um cisne de outra cor. (Alves, 2007).

Segundo esse princípio mesmo que uma lei da química seja estabelecida com base em inúmeros experimentos, não se pode afirmar que em todas as repetições futuras o fato será observado da mesma maneira. Quem ao realizar experimentos em laboratório não notou que os resultados divergem do esperado (ainda que dentro de certos limites)?

Karl Popper, um dos críticos do positivismo, ofereceu uma alternativa ao problema de Hume, ao propor que mesmo não se podendo inferir teorias universalmente válidas a partir da coleta de dados particulares, um dado particular pode refutar uma teoria.

Assim, sua proposta é a de que a façam parte da ciência toda aquela teoria que possa ser falseada, isto é, aquela teoria que possa ser posta a testes experimentais. Esse procedimento não garantiria a verdade das teorias, garantiria que as teorias refutadas não o são.

Como podemos perceber o pensamento de Popper é ainda empirista. Mesmo não se conhecendo a verdade a partir da experimentação, a ciência iria se aperfeiçoando progressivamente, ao refutar teorias com base nos fatos.

1.3 Kuhn e as revoluções científicas

Outra importante contribuição no campo da filosofia da ciência foram as idéias de Thomas Kuhn. Em sua obra mais conhecida – A estrutura das revoluções científicas – esse teórico traz importantes conceitos e, sobretudo traz para a discussão da epistemologia da ciência a história das ciências e conceitos sociológicos.

Essa obra exerceu grande influência sobre o entendimento do conhecimento científico ao propor que a evolução desse conhecimento se daria em dois momentos históricos distintos:

- ✚ A ciência normal
- ✚ A ciência revolucionária.

Para entender a ciência normal proposta por Kuhn, é necessário antes entender o conceito de paradigma. Ainda que esse conceito seja criticado por alguns estudiosos em função de sua polissemia na obra desse autor, podemos defini-lo como um conjunto de crenças, valores, metodologias, teorias, problemas e respostas aceitos como válidos por uma comunidade científica, daí o caráter marcadamente social que a ciência adquire sob essa perspectiva. É o consenso da comunidade de um campo científico que determina o possível e o válido dentro daquela ciência, não apenas a experimentação. A teorização precede a experimentação, no sentido que somente algumas metodologias são aceitas. São exemplos de paradigmas a mecânica relativista (física), o evolucionismo darwiniano (biologia) e o atomismo (química).

No período de ciência normal, segundo Kuhn, os cientistas se dedicam a aperfeiçoar uma teoria, resolvendo os problemas dentro de um paradigma de pesquisa. Dentro de sua teorização o cientista não pretende refutar uma teoria, pelo contrário pretende confirmá-la mediante a experimentação e ampliá-la para que esta possa responder a um número maior de questionamentos.

Os cientistas comprometidos com um paradigma resistem à mudança, mesmo dados que contradizem seus esquemas teóricos são absorvidos por explicações *ad hoc*, ou seja, explicações complementares que “conciliam” os dados contraditórios com a teoria vigente.

Essa resistência tem sua explicação nos compromissos psicológicos e emocionais que os cientistas têm com o paradigma. Como um cientista poderia aceitar facilmente que sua teoria (para a qual trabalhou durante anos) estivesse errada? Além disso, existem razões econômicas, muito investimento é feito para que o paradigma avance no sentido de resolver seus problemas (experimentais ou teóricos).

Outro momento histórico no desenvolvimento de cada ciência é a revolução científica, ou ciência revolucionária. Esse se diferencia da ciência normal, pois não há a predominância de um paradigma. A ciência revolucionária acontece, segundo Kuhn, em períodos pré-científicos (em campos científicos em formação), ou quando um dado experimental não pode ser conciliado através de explicações *ad hoc*.

Quando um dado experimental contradiz o pré-dito por um paradigma e não pode ser absorvido por explicações adicionais cria-se uma crise. Que leva a um momento histórico no qual diversos novos paradigmas concorrentes procuram explicar a natureza do dado obtido.

Essa competição entre paradigmas se dá até que um desses paradigmas “vença” tal disputa e torne-se um paradigma hegemônico em um campo científico.

A escolha de um paradigma em detrimento de outro, ainda segundo Kuhn, ao contrário do que se pode imaginar, não tem uma base lógica. Isso, pois paradigmas diferentes seriam incomensuráveis, ou seja, não se poderia compará-los uma vez que se tratam de visões de mundo totalmente diversas. O conceito de incomensurabilidade e a dependência sociológica da ciência exerceram uma grande influência no surgimento do movimento CTS, que aprofundaremos adiante.

1.4- Feyerabend e o anarquismo epistemológico

Outro importante filósofo a denunciar a incomensurabilidade entre teorias científica foi Paul Feyerabend. Para ele não existiria uma ciência, um método científico, uma visão científica, mas diversas ciências e, portanto vários métodos científicos e visões científicas.

Em “Contra o método”, sua obra mais conhecida, ele discute a questão do método científico e argumenta que não existiria a priori tal método, defendendo que a história da ciência demonstra inversamente que as regras metodológicas são quebradas por cientistas, e nessa transgressão ao método, reside o progresso da ciência (Feyranbend, 2007).

Ademais, outras discussões importantes são suscitadas por este autor. Ele questiona o status que a ciência desfruta atualmente, interpondo objeções quanto a pretensa superioridade desse conhecimento em relação aos demais conhecimentos humanos (Feyranbend, 2006). A crítica ao conhecimento científico e tecnológico que esse autor expressa ao criticar a medicina tradicional, pode ser entendida como uma reação à racionalidade excludente que subjuga outras formas de conhecimento, e serve de pretexto para o que ele chama de “assassinio cultural”. Argumenta que da mesma forma como a ciência não necessita da filosofia quer racionalista ou empirista para se sustentar, igualmente outros conhecimentos, como os populares também não necessitam da ciência para sua sustentação, e deve-se “permitir” que estes possam permanecer.

Sua crítica denuncia a relação existente entre estado e ciência, defendendo uma separação entre essas duas estâncias igualmente à tradicional separação entre estado e religião nos estados democrático do ocidente. Sintetizando o pensamento expresso por Feyerabend pode-se afirmar que este autor questiona a base do poder da ciência e

tecnologia, ao por estes conhecimentos em pé de igualdade com os demais, e evidencia as falhas e efeitos negativos do mito da especialidade científica que justifica decisões tecnocráticas. Em sua opinião o especialista não é capaz de enxergar coisas que os leigos o são, desta forma as decisões democráticas não podem ser tomadas com base unicamente em uma racionalidade tecnológica (que em outros momentos mostrou-se desastrosa), senão que devem ser consultadas às pessoas comuns – sociedade civil.

1.5- Morin e Maturana: debates atuais sobre a natureza da ciência

Por fim, para finalizar nossa pequena incursão pela filosofia da ciência, gostaríamos de discutir alguns argumentos de epistemólogos atuais: Edgar Morin e suas contribuições na epistemologia da complexidade e Maturana, com a biologia do conhecimento (BORGES, 2007; MORIN, 2000).

O primeiro filósofo (Morin) defende a idéia de que o mundo é cheio de complexidade, e que a hiper-especialização da ciência não a possibilita uma correta interpretação do mundo natural e social. A tentativa de subdividir o mundo para estudá-lo acaba por impedir sua compreensão uma vez que a interação das partes produz no todo propriedades que não podem ser captadas com o isolamento das partes.

Outra crítica que é feita a ciência moderna, vem do biólogo chileno Maturana. Este, apoiado pelos avanços na neurobiologia, desacredita a observação objetiva, uma vez que os avanços da neurociência apontam que a visão humana é determinada pelas experiências do observador. De maneira que indivíduos diferentes observaram aspectos diversos em um mesmo fenômeno, com base na interpretação feita no cérebro. Não se poderia então separar observação de interpretação, o próprio ato de ver é um ato interpretativo no qual o ser recolhe do ambiente determinados estímulos e os processa conforme suas vivências anteriores.

Assim, como imaginar o conhecimento científico como universal, se não existe observação neutra, e cada observador pode enxergar de forma individual mesmos os fenômenos?

Não pretendemos aqui com o levantamento dessas posições acima expostas, desqualificar a ciência ou negar sua importância para a sociedade. Contudo, pretendemos ressaltar que essas considerações se fazem necessárias ao correto entendimento do movimento CTS e suas raízes históricas que a relatado a seguir.

P.C.J. (Partido Clementina de Jesus)

Composição: Candeia

- Não vadeia Clementina
- Fui feita pra vadiar

- Não vadeia Clementina
- Fui feita pra vadiar (eu vou!)

Vou vadiar, vou vadiar
Vou vadiar, eu vou!
Vou vadiar, vou vadiar
Vou vadiar

- Energia nuclear, o homem subiu à lua
- É o que se ouve falar, mas a fome continua
- É o progresso Tia Clementina, trouxe tanta confusão
- Um litro de gasolina por cem gramas de feijão

- Cadê o cantar dos passarinhos?
Ar puro não encontro mais não
- É o preço que o progresso
Paga com a poluição

- O homem é civilizado
A sociedade é que faz sua imagem
- Mas tem muito diplomado
Que é pior do que selvagem

(Interpretação de Clara Nunes e Clementina de Jesus, As forças da natureza, 1977.)

2- AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE – MOVIMENTO CTSA.

Neste capítulo faremos uma discussão sobre o Movimento CTSA, partindo de cada um dos elementos constituintes da sigla (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), analisando seus subsistemas de interação (Subsistema sócio-científico, sócio-técnico e tecno-científico), os antecedentes do movimento em suas raízes históricas e por fim as linhas de pesquisa e consolidação do campo de pesquisa.

2.1- A ciência

Diante de tantas indagações sobre a ciência, afinal o que seria ciência? Esta é aparentemente uma questão para a qual não temos uma resposta definitiva. Antes disso porém, podemos fazer algumas considerações sobre o que pode ser tido como consenso entre alguns dos epistemólogos mais destacados. Partimos então do que afirmam Gil-Pérez et al (2001) para elaborar uma síntese possível.

Não existiria um único método científico, então a falsa crença em um algoritmo exato para a construção do conhecimento científico deveria ser abandonada. Contudo, a ciência veiculada nas escolas continua a reproduzir este que se tornou um mito. Como afirma Santos (1999) “diferenças de objetos de estudo levam a diferentes práticas”.

Assim, chegamos a outro aparente consenso. Não existe uma ciência, mas diversas ciências. Como comparar os métodos aplicados ao estudo da química e aos métodos aplicados ao estudo da psicologia da aprendizagem, ou a história? Enquanto na

química há a possibilidade manipulação, experimentação projetada, a história não pode ser reconstruída experimentalmente.

Mesmo entre as ciências naturais e exatas, ainda que estas compartilhem pontos de vista teóricos e mesmo paradigmas, seus objetos de estudo exigem do pesquisador um tratamento específico. A biologia e a química, possuindo pressupostos em comum (o atomismo, por exemplo) distanciam-se do ponto de vista metodológico.

Outro aspecto relevante é o caráter social e histórico que envolve a ciência. A ciência é construída dentro de uma sociedade e de um momento histórico, sendo influenciada por este contexto, mas também influenciando e transformando tal contexto. O conhecimento pode ser percebido (idealizado) como a resolução de problemas (teóricos ou experimentais), sendo desejável que o professor ao abordar em sala seu conhecimento específico (química, física ou biologia) contextualize os problemas e as razões históricas que levaram a construção dos conhecimentos científicos.

Por fim, mas talvez a maior crítica que a maior parte dos epistemólogos modernos fazem ao pensamento positivista sobre ciência, é a impossibilidade de uma visão empirista-indutivista e ateórica. Não são os dados que constroem a teoria, mas a teoria explica os dados.

Um químico em seu laboratório, quando projeta seu experimento, possui uma hipótese sobre a natureza do seu objeto. Sobretudo, possui uma teoria que lhe explica as possibilidades (o atomismo). Sua observação não será neutra, uma vez que a observação está associada a nossas possibilidades de percepção e experiências sensoriais. E seu trabalho não acaba com a sistematização dos dados. Há um trabalho criativo de modelização da 'realidade'. Kekulé possuía todos os dados e, no entanto o modelo da ressonância em anéis benzênicos não apareceu de imediato, a criatividade também possui um papel importante na ciência, e esta possui muito de teoria sobre os dados.

Depois dessas considerações nos valem do que afirmam Santos e Schnetzler (2003): “ a ciência deve ser considerada como uma busca de conhecimentos socialmente construídos que sofre influência tanto da tecnologia - facilitando ou limitando as pesquisas científicas - como da sociedade, que pode direcionar os rumos dessa ciência.”

2.2 - A tecnologia



Figura 1: Charge caixa eletrônico

Diversos autores (DEMO, 2001; CAJAS, 2001; CHASSOT, 2007) nos inserem em uma sociedade marcada pelas transformações geradas pela tecnologia de tal forma que nossa sociedade chega a ser denominada de sociedade tecnológica. Como percebemos em nosso cotidiano (escolar, comunitário, científico) a tecnologia se insere em nossas vidas das mais diversas formas: cosméticos, combustíveis, medicamentos, tecnologias da informação, equipamentos eletrônicos os mais diversos. No entanto, como sinaliza Santos(1999) pouco ou nada caminhamos no sentido de entender essa tecnologia em seu significado, sua ação sobre mundo, e sua utilização pelo cidadão comum.

E ainda como demonstra Silva (2003), há um despreparo dos professores de química para tratar das questões tecnológicas na educação química. De onde surge a necessidade de discutirmos, mesmo que com brevidade, alguns conceitos relacionados a tecnologia.

As nossas considerações sobre a tecnologia, a princípio podem parecer conflituosas. Mas essa aparente contradição surge de uma lacuna a ser preenchida no estudo filosófico da técnica e tecnologia, que não atingiu o mesmo status de discussão que da epistemologia, como afirma Giere *apud* Santos (1999).

A técnica e a tecnologia são termos que sofrem de uma polissemia notável. A técnica tem origem grega “tchnè” significando arte ou habilidade (Santos, 2001), sendo assim, está relacionada ao saber fazer, saber transformar – um conhecimento prático que

visa a manipulação e transformação da natureza. Mesmo que muitas vezes lhe seja dada identificação com os produtos técnicos (computadores, televisores, celulares, HPL's, Espectrofotômetros, ...), esse conceito restrito não traduz o real significado que pode ser atribuído ao termo.

Gotti apud Santos (2001) define técnica como: “ conjunto depurado de meios de ação e de métodos de ação num domínio humano”, aos quais classifica em:

Técnicas individuais;
Técnicas sociais;
Técnicas intelectuais;
Técnicas do real.

Somente esta última categoria corresponderia a técnica com a qual estamos acostumados. A técnica que visa a transformação de uma realidade, mediante o emprego de meios e esquemas de ação, valendo-se ou não de artefatos técnicos.

Outra definição que pode nos ser significativa é a de Santos traz ao tratar do componente cognitivo da técnica:

“o conhecimento técnico tem a propriedade de conceder poder no campo de ação prática e de possibilitar intervenções efetivas no ‘mundo do fazer’, como resposta a necessidades concretas, reais ou fictícias. No conhecimento técnico dá-se ênfase à criação (criatividade), ao ‘design’, à síntese, à fabricação, à obtenção de coisas úteis, à resolução de problemas reais, à satisfação de necessidades...” (Santos, 1999).

Sendo assim, o fazer técnico não se confunde com a mera reprodução de um algoritmo seqüenciado, uma série de passos a serem seguidos para a obtenção de um fim. Há também, um componente criativo que se expressa na resolução dos problemas e satisfação de necessidades quer materiais quer oníricas (Idem), ou que em alguns momentos também cria necessidades em função de seu desenvolvimento.

Após essas considerações iniciais sobre a técnica, nos voltemos às compreensões do que seria a tecnologia. Em sua origem também a partir do grego, temos dois termos: “*tchenè*” e “*logus*”, então esta poderia ser entendida como o estudo da técnica, em uma perspectiva similar à da epistemologia para a ciência.

Porém podemos fazer outra aproximação ao significado de tecnologia que não da origem do termo, uma vez que nos parece pouco crível que a tecnologia se resuma ao estudo teórico da técnica.

Inicialmente partamos do sentido atribuído pelo senso comum ao conceito. Tecnologia está associada, para a maior parte das pessoas, aos produtos tecnológicos da informativa e eletroeletrônica tais como: computadores, televisores, celulares, leitores óticos. Essa conceitualização confunde o produto com a própria tecnologia, e ainda pode excluir produtos tecnológicos tão importantes quanto os acima citados.

A tecnologia enquanto o um fazer humano, socialmente contextualizado não exclui a teorização, mas volta-se a resolução de problemas e diferente da ciência seu objetivo não é o de explicar o objeto, e sim transformá-lo, à medida da necessidade. Não se confunde assim com a técnica, pois possui aspectos que esta primeira não contempla. Kline apud Silva (2003) afirma que a tecnologia possui três aspectos:

✚ Aspectos culturais, nos quais está incluído o sistema sócio-técnico de uso;

- ✚ Aspectos organizacionais, nos quais enquadra-se o sistema sócio-técnico de manufatura;
- ✚ Aspectos técnicos, nos quais se inserem o hardware (componentes físicos, objetos de produção humana) e Know how (saber fazer, competências e habilidades para executar as tarefas).

2.3 - A sociedade

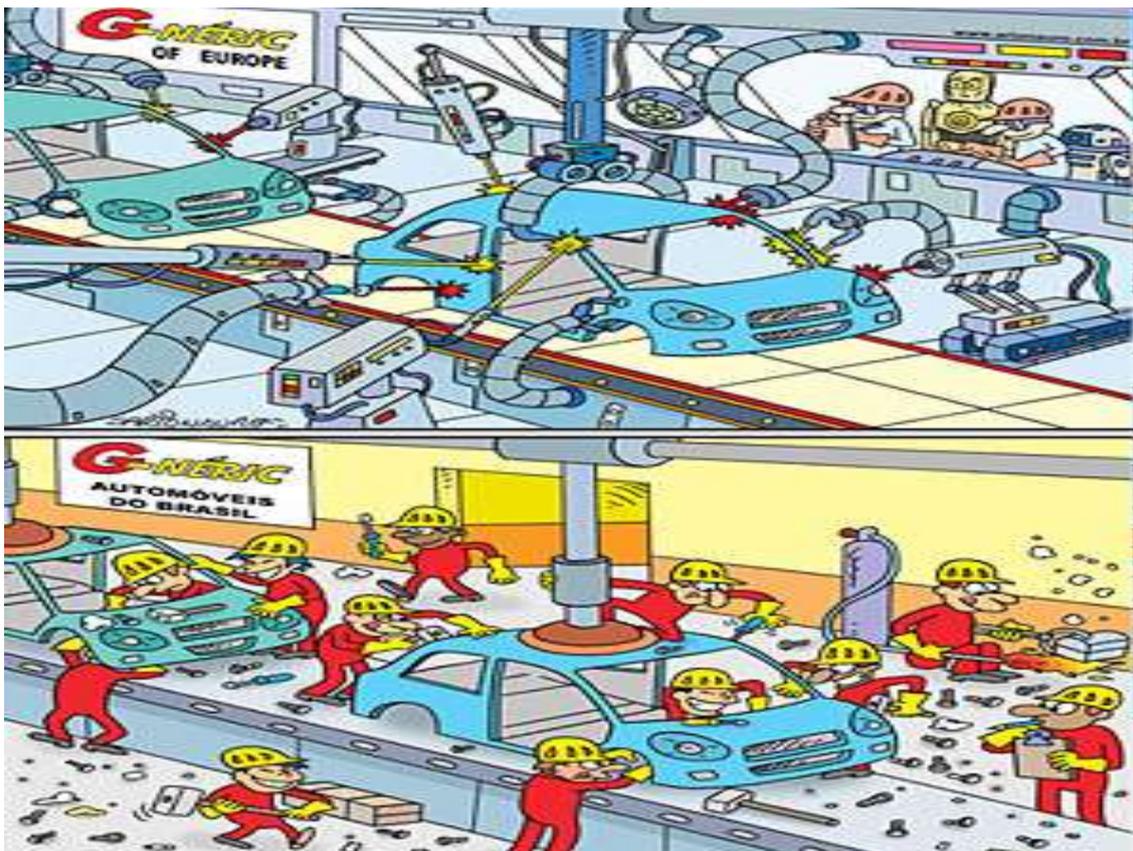


Figura 2: Fabrica de carros na Europa e Brasil

A sociedade pode ser entendida enquanto instituição humana que é “obra do grande imaginário coletivo anônimo” (Castoriadis apud Santos, 1999), alicerçado na cultura. Este seria o elemento unificador que transformaria uma comunidade – conjunto de pessoas – em uma sociedade. São elementos constituintes da cultura a língua, tradições, crenças, regras morais, que se produzem e reproduzem a cada geração (MORIN apud SANTOS, 1999).

Sabemos que além da ciência e tecnologia a sociedade faz uso de outros elementos para interpretar e comunicar a realidade, sendo esses a opinião, as crenças, a cultura, o senso comum, os mitos e as utopias.

De todos esses elementos as crenças e utopias, têm um papel fundamental nas sociedades, foram as utopias geradas nos séculos passados que nos influenciaram fortemente a construção de nossa sociedade. A utopia pode ser entendida como uma crença em uma profunda transformação social que se trará uma melhoria substancial à

forma de viver da humanidade. Mesmo que não realizáveis estas influenciaram fortemente as ações humanas no contexto social.

As utopias têm, pois um papel fundamental na interação entre a sociedade, a ciência e a tecnologia, pois impulsiona com suas forças oníricas a realização dessas últimas. Contudo, ideais utópicos também guiaram atrocidades e a barbárie no século XX, muitas dessas nas quais a ciência e tecnologia tiveram importante função. Basta que lembremos da bomba atômica, armas químicas e biológicas, e as atrocidades cometidas pelos médicos nazistas nos campos de concentração.

Dada a brevidade com que nos propomos a discutir o tema, mais do que definir ou trabalhar possíveis definições sobre o que é a sociedade, optamos por discutir características fundamentais de uma tipologia de sociedade, a que se convencionou chamar “sociedade da informação”.

Nossa sociedade é profundamente marcada pela ciência e tecnologia, mas talvez o principal elemento que a diferencie dos demais estágios sociais (sociedade feudal, sociedade industrial) seja o tratamento e importância que damos a informação. Hoje além de produtos materiais, consumimos também informação nas suas mais variadas formas: filmes, jornais, e-book's, música, cursos..., só para citar alguns.

A comunicação enquanto um valor social vem ganhando progressivamente maior espaço, disseminando-se mais rapidamente do que nunca na história da humanidade. Mas que informação é essa que se dissemina com tal velocidade?

Antes seria melhor chamar de dados desconexos ao que atualmente tem se designado genericamente por informação. A produção massiva de novos conhecimentos e sua comunicação baseada no sensacionalismo não favorece a compreensão global. Inversamente é tão alienante quanto o não saber.

Mover-se nesse contexto de exploração da comunicação é organizar os dados factuais de forma a convertê-los em conhecimento, em esquemas mentais que nos possibilitem compreender e interpretar o mundo (social, científico e tecnológico).

Outros aspectos marcantes e caracterizadores dessa sociedade na qual estamos inseridos são a globalização e o consumismo.

A globalização é um processo antigo que acompanha a história humana. Alguns situam seu início nas “grandes navegações” européias, mas interessa nesse momento a globalização atual e seus efeitos sobre a sociedade. Esta tem se caracterizado muito mais pela interação econômica que descentraliza a produção e que tendem a universalizar um “modo de ser”. Tal como se configura tem ajudado a disseminar tecnologias e informação de forma desigual, excluindo no processo aqueles que não podem ter. A globalização tem também se constituído em um assassinio cultural, onde culturas locais são oprimidas por uma cultura de massa, sendo esse assassinio cultural uma das grandes ameaças que configuram a situação de emergência planetária na qual nos encontramos (Vilches et al, 2008).

O consumismo é outra característica marcante da sociedade na qual nos encontramos inseridos. A publicidade e o marketing têm sido convertidos em potentes arsenais de alienação cultural, onde se associa a um objeto por um processo de ‘fetichismo’ qualidades às quais em realidade não possui.

Uma comunidade à mercê de grandes marcas e indústrias? É assim que devemos nos ver?

A educação tem uma importante missão nesse cenário. Uma sociedade onde a informação é utilizada para alienar; a aparente integração das nações e pessoas em partes diferentes do mundo representa apenas uma forma de exclusão mais cruel do que

o colonialismo clássico; e as pessoas valem mais pelos objetos de fetiche que conseguem comprar do que por seus valores e conhecimento. Essa não pode ser uma sociedade sustentável, de onde emanem sentimentos de fraternidade e solidariedade. Não há recursos naturais suficientes para que todos possam consumir nos padrões dos países desenvolvidos, de tal forma que manter uma sociedade do consumo nos moldes atuais significa manter a exploração de poucos sobre muitos. Uma gama de miseráveis que sustenta a possibilidade de poucos possuírem o supérfluo e descartável.

2.4 - A tecnociência

Como falar de ciência e não falar (pensar) em tecnologia? Como já apontamos inicialmente a ciência e a tecnologia são domínios distintos e como tal com objetivos e métodos diferentes.

Basta nos determos aos objetivos destas, para que possamos vislumbrar suas especificidades. Enquanto a ciência está guiada para a busca do conhecimento no entendimento da natureza, a tecnologia volta-se a resolução de problemas práticos; o cientista objetiva a publicação dos seus estudos em revistas do campo acadêmico, já o tecnólogo busca a obtenção de patentes sobre os objetos/processos desenvolvidos.

Mas porque tanta confusão entre a ciência e a tecnologia?

Muito mais do que mero senso comum, visões que condicionam a tecnologia a uma mera aplicação da ciência têm suas raízes históricas. Uma vez que a ciência até o Renascimento voltou seus esforços para entender natureza dos seus objetos de estudos, um saber especulativo e contemplativo (Hottois, 1992 apud Santos, 1999), sem a preocupação com a prática. A partir dessa visão de ciência que se perpetua é que imagina-se a tecnologia como “um braço operativo” da ciência, porém essa concepção de ciência vêm mudando durante os séculos seguintes.

O advento da ciência moderna marca um avanço no sentido de aproximação entre ciência e técnica, principalmente com a forte inserção da matemática nas interpretações científicas da realidade. Mesmo assim, a tecnociência tal como se conhece hoje começa a constituir-se de fato durante e após as duas grandes guerras mundiais.

A construção da bomba atômica, a bomba de hidrogênio, a corrida espacial, construção de satélites, construção de bombas químicas e biológicas, são bons exemplos de produtos gerados pela interação da ciência e tecnologias.

É claro que os efeitos da tecnociência não são apenas negativos, podemos citar diversos objetos/processos que influenciam positivamente as vidas humanas. Os satélites espaciais que cumprem um papel notável na transmissão de informação, materiais como o teflon, medicamentos, processos de refino e exploração de petróleo.

Diante da impressionante inserção que a tecnociência tem nas vidas humanas faz-se importante questionar o que este subsistema de interação significa.

Dá-se esse nome à interação da ciência e tecnologia, onde os avanços de uma significam o desenvolvimento da outra, sem hierarquia em um movimento de retro-alimentação. Podemos exemplificar essa afirmação da seguinte forma dentro do campo da química:

O desenvolvimento do HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Resolução) foi feito usando diversos conceitos da ciência (eletromagnetismo, estudo das soluções, estudo de estado da matéria e forças de atração entre partículas), e a existência dessa técnica proporcionou um avanço significativo para a ciência, principalmente para a

química orgânica e o estudo dos produtos naturais, representando por sua vez um avanço na tecnologia de produção de medicamentos e cosméticos...

Como podemos notar nesse exemplo não há uma subordinação entre técnica e conhecimento científico, ambos influenciam-se mutuamente. Ainda que muitos acreditem que a tecnologia seria tão somente a aplicação dos conhecimentos científicos podemos discordar dessa afirmação. A história tem mostrado que por vezes a tecnologia precede a ciência como no caso da construção do telescópio, ou termodinâmica.

Galileu utilizou o telescópio para construir seus modelos astronômicos antes que a física óptica tivesse feito qualquer avanço no sentido de explicar o funcionamento dessa ferramenta. Já a utilização de máquinas térmicas precedeu a formulação teórica da termodinâmica, por outro lado o que parece ter acontecido foi a emergência da termodinâmica em função da necessidade de explicar o funcionamento dessas máquinas.

O fato é que não se pode ignorar que atualmente a ciência voltou-se a um utilitarismo e à necessidade de um conhecimento para a ação, o que deve ser objeto de estudo e ensino em todos os níveis de escolaridade para uma adequada compreensão da ciência e da tecnologia.

No caso particular da química, o que significa falar em ciência química e tecnologia química? Ao nos determos sobre essa questão veremos que muitas das pesquisas no campo da química encontram-se na interface ciência/tecnologia: pesquisas sobre processos catalíticos, sobre a despoluição de águas, sobre polimerização e estruturas moleculares de produtos naturais.

Para sintetizar os aspectos da tecnociência podemos recorrer a Santos (2001), quando elenca aspectos que indicam a interdependência da ciência e da tecnologia:

“ Os avanços e poder de uma se transformam nos avanços e poder da outra.

Conjugam a sanção da verdade com a sanção da eficácia.

São condição e consequência uma da outra; A ciência cria novos seres técnicos e a técnica cria novas linhas de objetos científicos.

Ambas recorrem aos conhecimentos e aos processos técnicos existentes, para continuá-los ou refutá-los.

Cada uma se serve dos recursos da outra, criam instrumentos uma para a outra.

Existem equipes interdisciplinares que incluem cientistas e tecnólogos.

A ‘ciência estratégica’ tem se aproximado da tecnologia na medida em que tem privilegiado, cada vez mais, o aspecto operativo.” (SANTOS, 2001).

Por fim, devemos ressaltar que mesmo com a crescente interdependência ambas preservam sua individualidade. Mesmo que grande parte da ciência esteja sob a ideologia de uma eficiência e pragmatismo, o objetivo desta é entender a natureza.

2.5 - Subsistema sócio-científico (CS)

Quando nos perguntamos sobre qual a influência que a sociedade exerce sobre a ciência grande parte das pessoas pensa imediatamente sobre a escolha dos temas científicos. A ciência seria voltada a resolver os problemas sociais. Se inversamente nos

perguntamos sobre a influência da ciência na sociedade as respostas também estarão ligadas ao mesmo pensamento, o conhecimento científico possibilita à sociedade a resolução dos seus problemas.

Ao nos determos sobre essas idéias notamos claramente que se referem não à ciência moderna, que busca sobretudo, o conhecimento verdadeiro da realidade, mas à ciência pós-moderna que busca o conhecer para intervir. Contudo, como argumenta Hessen (1984) mesmo os trabalhos de Newton, possuem motivações sociais e estão ligados a problemas práticos das navegações, mineração e balística.

Cabe aqui uma ressalva sobre a própria figura histórica de Newton, este estudioso personificou a caricatura do cientista como um gênio distante de influências sociais, isolado e absorto em seus estudos da física. O gênio como uma dádiva para o mundo, uma pessoa que vem descobrir as leis da natureza para que os demais possam ter acesso a verdade.

Ademais dessa relação já discutida acima podemos elencar outras que se fazem sentir no subsistema Sócio-Científico (CS). Começamos examinando a relação que a ciência demonstra ter com o poder.

Quando se pensa que a ciência busca entender e resolver os problemas que as pessoas possuem há que se pensar que a própria sociedade não é homogênea, pelo contrário é formada por sub-grupos, muitos com interesses antagônicos. Partindo desse pressuposto temos um entendimento diferente sobre o papel do conhecimento científico na resolução de problemas. Os problemas para os quais se busca solução não são de toda a sociedade, mas de uma parte desta. Assim, pode-se entender o porquê da criação da bomba atômica. A bomba é uma resposta a uma necessidade particular de um grupo social, ainda que para a maior parte das pessoas do mundo represente uma ameaça e preocupação, representou uma afirmação de poder de certo grupo/país sobre os demais. O que nos leva a relação ciência-poder e a negação da neutralidade da primeira.

Como afirma Forti (1998) a ciência e tecnologia guardam com o poder uma relação estreita que vem sendo modificada através da história. Existindo a partir do surgimento da “Ciência Grande”, um forte engajamento dos governos no financiamento e controle dos resultados científicos e tecnológicos, de forma que “hoje é difícil conceber um projeto científico importante que não envolva um ou mais governos” (FORTI, 1998).

Além do poder conferido pelo material na construção de material bélico ou na produção econômica, a ciência também opera no campo da ideologia, é o que discute Forti, 1998 ao analisar o papel da ciência na antiguidade. Para eles a teoria atômica representou naquele momento uma revolução no pensamento da época. Se tudo era formado por átomos em arranjos definidos por suas propriedades, também a alma humana era formada por átomos e se desintegraria após sua morte. Assim, os discípulos de Epicuro pretendiam realizar uma separação entre religião e leis naturais, imaginavam que por ser mortal o homem era livre para viver suas vidas conforme suas disposições sem temer a fúria dos deuses, que não infeririam nas leis naturais.

Aqui também podemos notar claramente outro papel da ciência com relação ao poder – o de revolta contra o poder estabelecido. A teoria de Demócrito foi “a arma com que uma minoria esclarecida tentou, infelizmente em vão, dismantelar a estrutura de poder da época” (FORTI, 1998).

A ciência guarda com o poder uma estreita relação, mas tanto poder ser arma de dominação como arma de resistência a um poder estabelecido. A dificuldade que se impõe é como pensar um conhecimento científico a favor das camadas desfavorecidas e

aleijadas desse conhecimento, se que financia a construção científica são principalmente grupos que detêm o poder em suas mãos?

Podemos inicialmente pensar em alguns elementos:

✚ Novas formas de organização do trabalho científico são possíveis como esclarece Alonso (2008) ao falar sobre o processo de apropriação social da ciência e novas formas de participação cidadã na construção do conhecimento. Seria a este fenômeno que se daria o nome de “pequena ciência” ou Inovação e Desenvolvimento (I+D) Cooperativo, onde os resultados obtidos por “amadores” seriam comparáveis ao de especialistas. É o que atualmente acontece no campo da informática, onde softwares desenvolvidos em rede de forma colaborativa ameaçam o monopólio de grandes empresas produtoras de softwares.

✚ Outra medida a ser pensada é o letramento científico (Santos, 2006) e tecnológico dos cidadãos para que estes possam ter uma participação cidadã num mundo marcado pela presença da ciência.

Outro olhar sobre as relações no subsistema CS é o papel da comunidade científica. Como já discutidos anteriormente, na perspectiva de Kuhn, o paradigma de uma comunidade científica determina o que é aceito dentro de um campo científico, em termos de metodologias, questões e respostas aceitáveis. Assim, a comunidade científica dentro de um paradigma exerce uma seleção sobre as possibilidades de interpretação do real.

Posições mais extremadas como a de Feyerabend apontam na sinalização do conhecimento científico sobre de um determinismo social, ou em outros termos o conhecimento científico é uma construção totalmente social e não uma interação entre elementos objetivos da realidade, a subjetividade do observador e o consenso da comunidade.

Sem nos delongarmos em tais questões, concordamos com Santos, quando essa autora afirma sua crítica a posições extremadas do relativismo científico. Não se pode imaginar que tudo seria possível com base no consenso de um grupo de cientistas, mas nos opomos a esta quando afirma que não se pode pensar no ensino de ciências como o ensino de uma cultura.

Como afirmam JÚLIAN, GÓMEZ CRESPO e MARTÍN-DÍAZ (2001), a ciência é uma cultura. E, portanto, o ensino de ciência deve ser encarado como um processo de inculturação, tendo-se em vista a preocupação de não se ter uma atitude etnocêntrica, que desvaloriza a cultura do outro por creditar a sua cultura superioridade sobre às demais.

2.6 - Subsistema Sócio-Tecnológico (ST)



Figura 3: Charge Mafalda e a tecnologia

As relações entre a sociedade e a tecnologia são tão complexas quanto as estabelecidas nos demais subsistemas de interação acima discutidos. Tal como o subsistema sócio-científico este possui aspectos lembrados com maior frequência em detrimento de outros negligenciados.

Assim, poder-se escutar facilmente alguém falando dos impactos que a tecnologia provoca na sociedade, de como a sociedade muda em função das novas tecnologias e de como novas tecnologias proporcionam novas formas de ver o mundo. Esse aspecto do subsistema ST é de importante interesse de ser debatido, principalmente na educação científica, dado o caráter fatalista que se confere usualmente a essa interação.

Veicula-se que o progresso tecnológico é inevitável e irrefreável, cabendo às pessoas apenas se adaptar o mais rápido possível. E nesse percurso quantas pessoas ficam excluídas por falta de acesso aos meios tecnológicos produzidos ou pela incapacidade de absorver essas novas tecnologias em suas vidas?

Inegavelmente a tecnologia tem alterado a forma do homem viver, se comunicar com os demais, interagir com a natureza, contudo não se pode imaginar que esse processo é auto-conduzido. A produção e incorporação da tecnologia no meio social é determinada não apenas pela necessidade do artefato, mas sobretudo por uma lógica de

consumo que obriga as pessoas a comprar consumir sem refletir a necessidade do novo objeto.

Ao tratar sobre o tema Santos (1999 e 2001) destaca duas categorias de interação no binômio ST:

- ✚ A sociedade como motor da tecnologia;
- ✚ A tecnologia como motor da sociedade.

Como motor da tecnologia a sociedade tem um papel essencial na elaboração de respostas técnicas e, portanto se interpõe questionamento na própria elaboração de projetos técnicos que seriam, segundo Santos(...):

“[Os projetos técnicos...] São fiáveis?
Permitem atingir o objectivo?
Entram em conflito com a lei?
São satisfatórios do ponto de vista estético?
São financeiramente rentáveis?
Levantam problemas sociais?
Levantam problemas éticos?” (SANTOS,1999)

A sociedade (ou mais precisamente, grupos sociais dentro de uma sociedade, como discutido anteriormente) possui necessidades e limitações sobre às quais a tecnologia é levada a agir. Mas muito das produções tecnológicas são voltadas não à satisfação de uma necessidade material, mas à realização de sonhos (Santos, 1999). São esses sonhos se materializam em produtos técnicos que nos possibilitam realizar o antes impossível.

Outras formas de intervenção na construção do conhecimento técnico se tratam dos modelos econômicos e político-ideológicos. Os artefatos são criados de forma condicionada aos fatores financeiros de sua produção, disseminação e comercialização. Aqui a sociedade de consumo e o capitalismo moderno têm um importante papel, e nosso cotidiano está “inundado” de exemplos de como agem estes atores. Produtos eletro-eletrônicos, químicos e alimentos processados são veiculados diariamente divulgados por campanhas comerciais, sendo em seguida substituídos com igual velocidade por novos produtos que prometem novas utilidades (menor teor calórico, novos recursos audiovisuais,...).

De outra maneira a tecnologia também provoca alterações nas populações e comunidades, basta que observemos exemplos da farmacologia e a engenharia médica que tem contribuído para o prolongamento da vida e o tratamento de doenças e acidentes antes impensáveis.

Mas talvez uma das mais sentidas alterações provenientes do uso de artefatos seja a alteração na relação homem-conhecimento, de tal forma que esta sociedade tal como a conhecemos se auto-denomine “Sociedade do Conhecimento”. Algo que se torna possível com o avanço dos meios de comunicação e da impressionante velocidade de disseminação de informações. Hoje, como nunca antes na história humana a informação se tornou essencial e sua veiculação tornou-se uma questão de competitividade entre países e empresas.

Mas como a química tecnológica se insere nessa realidade?

Os processos industriais relativos à química também atuaram de forma impactante na organização social, desde a produção de alimentos que implicaram em

uma nova forma de relacionamento com nossa alimentação até a produção de novo materiais que deram suporte a revolução eletro-eletrônica.

A bomba

A bomba
é uma flor de pânico apavorando os floricultores
A bomba
é o produto quintessente de um laboratório falido
A bomba
é estúpida é ferotriste é cheia de rocamboles
A bomba
é grotesca de tão metuenda e coça a perna
A bomba
dorme no domingo até que os morcegos esvoacem
A bomba
não tem preço não tem lugar não tem domicílio
A bomba
amanhã promete ser melhorzinha mas esquece
(...)
A bomba
é câncer
A bomba
vai à Lua, assovia e volta
A bomba
reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação
em cadeia
A bomba
está abusando da glória de ser bomba
A bomba
não sabe quando, onde e porque vai explodir, mas preliba
o instante inefável
A bomba
fede
A bomba
é vigiada por sentinelas pávidas em torreões de cartolina
A bomba
com ser uma besta confusa dá tempo ao homem para que se salve
A bomba
não destruirá a vida
O homem
(tenho esperança) liquidará a bomba.

2.7 - O ambiente e as relações CTS-A



Figura 7: Computadores como jarros de flores

A preocupação ambiental sempre acompanhou o movimento CTS, desde a o seu surgimento e antecedentes. A publicação do livro *'A primavera silenciosa'* de Rachel Carson é talvez a representação de como a emergência de uma ética referente ao ambiente e as inter-relações entre o conhecimento tecnocientífico e a sociedade sempre caminharam juntas ao longo das últimas décadas.

Mas antes de tentar entender como o trinômio CTS interage com o ambiente se faz necessário perguntar sobre que definição damos a Ambiente ou Meio Ambiente.

Inicialmente podemos analisar a definição dada enciclopédia *on-line Wikipédia segunda a qual o ambiente* “é o conjunto de elementos observados na paisagem terrestre, ou seja, a, obras humanas de dimensão considerável, corpos de água, a luz, a sociedade humana, etc.” Um ambiente assim entendido poderia ser dividido em dois tipos de elementos constitutivos: os naturais e culturais. Mas essa definição torna-se limitada por não incluir os demais seres vivos enquanto parte integrante do ambiente. Já Santos (1999) nos traz elementos ao discutir essa categoria, nos apontando que o meio ambiente seria a biosfera e também a cultura.

Alguns autores como Santos (1999) afirmam que não se pode dissociar o ambiente do homem a não ser para fins de análise didática, o que concordamos. O ser humano faz parte do ambiente tal como os demais animais e seres vivos, contudo que

relação há entre sociedade e ambiente? Alguns autores defendem que a sociedade é um subsistema que se encontra contido no ambiente.

Adotaremos aqui a essa perspectiva por entendermos que não só a sociedade, mas também a ciência e a tecnologia se dão em um local e fazem uso e são objeto de interação com elementos materiais, seres vivos e ecossistemas.

Essa interação nos remete a responsabilidade humana com o meio ambiente e ao discurso de uma ética ambiental emergente. Tal ética é discutida por Mitcham (1996) que relata as ambivalências na construção de uma consciência frente ao meio ambiente. Segundo esse autor a compreensão da ética está condicionada a dois outros conceitos: o de conservação e o de preservação.

Enquanto o primeiro volta-se a uma gestão dos recursos naturais sempre tendo em vista as necessidades humanas, o segundo trata de uma visão que confere um valor intrínseco à natureza, independente de seu valor para o homem.

Santos (1999) afirma que a ética ambiental trata principalmente de questões ligadas a tecnociência e a influência negativa que esta tem na natureza, citando as categorias levantadas por Christensen (1991) para a ética em relação a natureza:

- ✚ Ética egocêntrica;
- ✚ Ética antropocêntrica;
- ✚ Ética ecocêntrica.

A busca da construção de uma ética ecocêntrica seja talvez, uma das maiores contribuições que o enfoque CTSA objective, pois esta se caracteriza como uma consciência baseada no cosmos e na percepção de que os seres vivos e elementos inanimados (rios, lagos, montanhas,...) devem ser respeitados, por ter um valor próprio e não apenas por ter uma funcionalidade ligada aos interesses sociais.

A emergência dessa ética está situada historicamente na alteração das formas de interação homem-natureza. Enquanto a ação humana podia ser ‘absorvida’ pela natureza, não havia a necessidade de um pensar sobre esta, a urgência de um pensamento de natureza ética surge quando os impactos da ação antropogênica excede os limites do ambiente e a “natureza torna-se vulnerável aos seus efeitos” (Idem, 188).

No entanto, Mitcham (1996) chama a atenção para os trabalhos iniciais nesse campo que apontam a raiz dos problemas ambientais na lógica cristã e na sua crença de que o homem feito a imagem e semelhança de Deus teria domínio sobre a natureza tendo esta apenas a função de servir àquele. Crítica essa que mais tarde se expandiu para toda a tradição secular ocidental.

Mas onde se situa a ciência, em geral, e a química, em particular na interação com a natureza?

Como as relações discutidas anteriormente a ciência e a tecnologia tem um papel ambivalente quando em contato com o ambiente natural e artificial.

Inicialmente é natureza o objeto de estudo da ciência e da transformação provocada pela tecnologia. O objetivo de vencer as limitações impostas impulsionou tecnólogos e mais recentemente cientistas a construir um conhecimento sobre a realidade que servisse à ação.

Por outro lado talvez a interação mais expressa seja a degradação ambiental provocada pelo uso dos artefatos tecnológicos, que são veiculadas com frequência nos meios de comunicação. Derramamentos de óleo, contaminação de lençóis freáticos, poluição atmosférica, e surgimento de doenças relacionadas à poluição.

Entre esses efeitos danosos a química se relaciona direta ou indiretamente com a maior uma vez que fornece subsídios à indústria do petróleo, e aos mais diversos processos industriais que geram resíduos contaminantes.

Fugindo a um estereótipo da química poluidora podemos citar ações no âmbito da ciência e tecnologia química que em oposição se direcionam para a preocupação com o ambiente e a compatibilização dessa com o desenvolvimento humano, tais como a química verde.

“Em 1991, a agência ambiental norte-americana EPA ("Environmental Protection Agency"), através de seu escritório para prevenção de poluição lançou seu programa - Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição”(LENARDAO, 2003), dando início ao que se pode chamar de química verde a nível mundial, nesta linha de busca novas possibilidades de síntese que não gerassem agentes tóxicos e contaminantes.

Anos mais tarde passam a ser instituídos em diversos países prêmios para inovações tecnológicas que diminuíssem a produção de agentes contaminantes ou resíduos na indústria. Estando entre estes países EUA, Itália, Alemanha. No ano de 1993 a Itália, dá um passo importante no estudo deste tema com a criação do “Consórcio Universitário Química para o Ambiente (INCA), com o objetivo de reunir grupos acadêmicos envolvidos com química e ambiente;” (LENARDAO, 2003). Incentivando ainda mais o desenvolvimento da química sustentável. O INCA é ainda hoje o principal e mais importante produtor de conhecimento nesta área.

A química verde pode ser definida como uma corrente na química preocupada com as alterações dos processos clássicos desta ciência buscando reduzir o uso e produção de agentes tóxicos, ou nas palavras de PRADO (2003) “Dentro dos princípios da necessidade de um desenvolvimento sustentável, tem-se como regra que a química deve manter e melhorar a qualidade de vida. O grande desafio é a continuidade do desenvolvimento, diminuindo os danos causados ao meio ambiente”.

Apesar de parecer extremamente nova a constituição da química sustentável práticas já antigas enquadram-se no escopo de suas atividades. No tocante ao Brasil, uma prática totalmente inserida neste contexto é a produção de biocombustíveis, uma vez que se trabalha com processos cíclicos onde os poluentes são reabsorvidos para gerar novamente energia.

Continuando nossa análise sobre como o trinômio CTS altera o ambiente podemos pensar sobre a ação industrial, e as mudanças de posturas que vem sendo adotadas nos últimos quarenta anos.

Como descrevem Franco e Druck (1998) os riscos industriais ao meio ambiente e à saúde podem ser de dois tipos:

- 1- Intra-fábrica;
- 2- Extra-fábrica.

E argumentam que a partir da década de 70, com os crescentes acidentes ficou claro não haver um limite real para os impactos produzidos. Não se restringia ao ambiente intra fábrica os danos produzidos pela atividade industrial, sendo inclusive um fator importante a ser considerada a mobilidade destes riscos.

Young e Lustosa (2001) apontam uma relação de extrema degradação ambiental em função da ação industrial, que no Brasil se concretizou sob a forma da “campanha ‘venha nos poluir’, nos anos setenta”. Para exemplificar citam o caso da cidade de Cubatão (SP) célebre por seu ar poluído com emissões das mais diversas da indústria e as diversas doenças às quais a população da cidade esteve submetida durante a década

de setenta, tais como problemas respiratórios e a grande incidência de nascimento de crianças com anencefalia (ausência de cérebro).

Os mesmos autores defendem que a competitividade industrial e a preocupação ambiental estão hoje implicadas na produção brasileira, e que há a emergência de uma indústria mais limpa, com base na competição.

Como discute Layrargues (2000) a postura industrial vem sofrendo importantes e significativas alterações desde a década de 70 onde predominava retornamos aos efeitos a visão de um antagonismo natureza x produção. Atualmente, segundo esse autor estaríamos vivendo uma época de despertar de um ambientalismo empresarial, onde o uso de tecnologias limpas tem um papel fundamental na construção de respostas que garantam a produção sem degradar o meio ambiente.

Vemos aqui duas idéias marcantes: 1) a idéia de que as leis de mercado levarão a uma ética ambiental na indústria e 2) que a tecnociência poderá resolver os problemas ambientais gerados pela por ela mesma.

Quanto à segunda idéia, como apontam Vilches et al (2008) se constitui na verdade um obstáculo ao desenvolvimento do sustentável, pois sustenta a ilusão na possibilidade de manter os padrões de consumo atualmente vigentes.

Já quanto a primeira afirmação, acreditamos que a verdadeira mudança na postura industrial se encontra na ação da sociedade no exercício da cidadania. Uma cidadania pós-moderna que como afirma Santos (2005) valoriza “a relação cidadania/conhecimento e a dimensão ambiental das relações sociais”.

A construção dessa nova cidadania que objetivo do ensino CTSA, deve, pois ser uma das metas para a educação científica rumo a sociedade sustentável em oposição à atual sociedade do consumo.

2.8 - Antecedentes e história do movimento CTS/CTSA

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou em inglês (STS) surgiu nos Estados Unidos da América, na educação universitária, como campo de estudo e designa tendências diferentes no estudo social da ciência e da tecnologia. Surgida entre a década de 60 e 70, como uma resposta a relação desequilibrada que a sociedade mantinha com o a ciência e a tecnologia (MEMBIELA, 2001 e CERESO, 1998). Esse momento histórico ficou marcado pela efervescência de diversos estudos em áreas limites entre o trinômio CTS, como a existência de duas culturas pregada por C.P. Snow e os limites do crescimento denunciados por Dennis Meadows entre outros.

Outros autores como Sutil (2008), situam no pós Segunda Guerra e na descrença na gerada com os efeitos danosos da ciência e tecnologia durante aquela o surgimento do campo de estudo designado como CTS. O que passa a ser posto em questão naquele instante é a linearidade onde os avanços do binômio CT são necessariamente os avanços do bem-estar social.

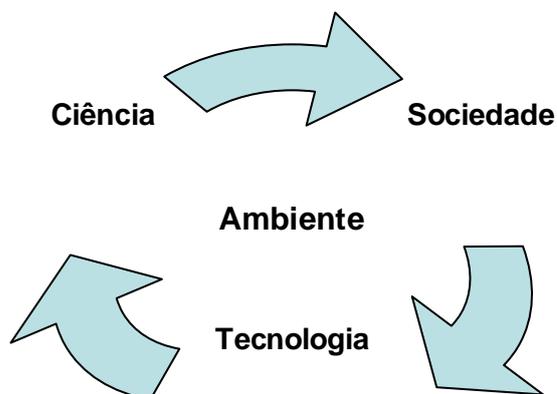


Figura 4: Representação das interações CTS-A.

García, López Cerezo e Luján (1996) destacam dentro do movimento duas grandes correntes, ou tradições de pesquisa que foram designadas pela mesma sigla STS, do inglês 1) Science and Technology Studies ou 2) Science, Technology and Society, ou de outra forma designadas:

A tradição Européia

A tradição americana

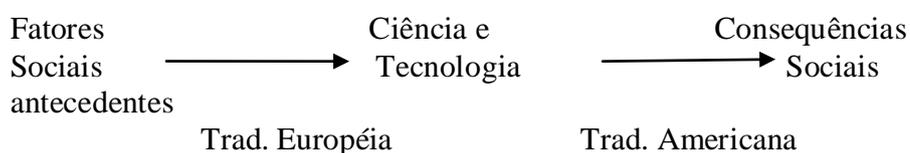
A primeira voltou-se ao estudo da influência social e os seus antecedentes históricos da construção do conhecimento científico-tecnológico. Iniciada nas universidades européias, essa linha está fortemente embasada na sociologia da ciência e na teoria kuhniana sobre as revoluções científicas, e por isso caracteriza-se como uma educativa. (CEREZO, 1998).

A segunda se ocupou prioritariamente de estudos sobre o impacto que a ciência e a tecnologia tinham sobre a sociedade e o ambiente. Podemos atribuir à tradição americana uma preocupação pragmática em oposição à tradição Européia que ressaltou aspectos históricos. Suas bases encontram-se principalmente na filosofia e teoria política, tendo a consolidação dos seus estudos se dado fortemente pelo ensino e reflexão política (Idem).

Como ainda destaca esse autor cada uma dessas tradições tem criado seus próprios eventos científicos, revistas especializadas, associações e manuais. Mesmo assim, tendo-se em vista as discordâncias entre as tradições pode-se indicar alguns consensos:

- 1- Rechaço a imagem da ciência como atividade pura;
- 2- Crítica à concepção de tecnologia, como ciência aplicada;
- 3- Crítica à ao modelo tecnocrático.

O que discutimos acima pode ser exemplificado pelo esquema abaixo extraído de GARCÍA, LÓPEZ CEREZO E LUJÁN LOPEZ (1996):



O surgimento desse novo campo de estudos tem suas raízes na reação social e acadêmica frente à visão positivista até então hegemônica (Idem).

Os fatores que confluíram para este surgimento foram as discussões acadêmicas frente ao absolutismo epistemológico, tais como:

- ✚ A discussão sobre o problema da indução (ou problema de Hume);
- ✚ A incomensurabilidade entre teorias científicas concorrentes;

- ✚ As discussões levantadas por Thomas Kuhn em seu livro *A estrutura das revoluções científicas*, sobre a sociologia da ciência, a importância do paradigma para a construção de períodos de ciência normal, a natureza da ciência revolucionária onde diversas teorias concorrentes competiriam para tomar parte em um novo paradigma e o papel da comunidade científica;
- ✚ As discussões sobre a impossibilidade de uma observação neutra, uma vez que toda observação traria um carga teórica que lhe precede.

Outras razões que se podem ser elencadas são as percepções sobre a tecnologia que começam a mudar frente à produção de material bélico e os efeitos ambientais do uso de produtos tecnológicos, denunciado no livro “A primavera silenciosa” de Rachel Carson (MEMBIELA, 2001). Esses fatores são considerados como uma reação social a hegemonia do conhecimento tecno-científico que se expressou de diversas formas:

- ✚ Uma reação social dentro da academia representada pela ação de grupos de cientistas de esquerda como o *Science for people* que denunciavam os abusos cometidos e justificados com o conhecimento científico-tecnológico;
- ✚ Os grupos defensores de tecnologias alternativas, ou tecnologias brandas que não afetassem significativamente o ambiente ou estruturas sociais;
- ✚ A ação governamental frente a reação social, como a criação do EPA (*Environmental Protection Agency*);
- ✚ E principalmente o ativismo social dos mais diversos grupos, mas entre os quais podemos destacar, ambientalistas, feministas e grupos pacifistas.

É interessante notar que GARCÍA, LÓPEZ CEREZO E LUJÁN LOPEZ (1996) apontam para a consolidação do movimento em paralelo com a consolidação do ativismo social referente às causas sociais e tecnológicas, o que reforça a idéia de que a cidadania tem um papel fundamental na gestão dos produtos e artefatos tecnológicos.

Como exemplo dos estudos CTS que vêm de encontro às linhas tradicionais de pensamento podemos citar a história da técnica e tecnologia. Segundo Sanmartín (1992) esta tinha uma base linear, descritiva, simplista e neste sentido tornava-se um “*fator de legitimação do imperativo tecnológico*”.

O desenvolvimento tecnológico seria o motivo de um crescente bem-estar social, por isso não se poderia refrear seu progresso. Os estudos CTS no campo da história da técnica, no entanto, chamam atenção para aspectos negativos dos produtos tecnológicos, tais como impactos ambientais.

Segundo Sanmartín (1992) ainda que esta seja uma visão ingênua, seus usos não o são, desta forma a história da técnica tem um papel importante quando não for tida como o desenvolvimento de artefatos técnicos em uma sucessão progressista.

Outra preocupação dos estudos CTS são as definições sobre os sistemas formados pela Ciência-Tecnologia-Sociedade. Ainda que cada um desses elementos tenha suas especificidades Santos (2001) fala em três sistemas que podemos analisar, como já discutido anteriormente:

- 1- Sistema tecno-científico;
- 2- Sistema sócio-científico;
- 3- Sistema sócio-tecnológico.

Cada um desses sistemas representa um contínuo de interações mútuas entre os citados elementos. Aqui cabe ressaltar que estas relações não são unidirecionais. Assim, no sistema tecnocientífico, a ciência pode constituir-se enquanto fator de

desenvolvimento para a tecnologia, mas o sentido inverso também é possível, uma vez que a tecnologia pode preceder a ciência e lhe oferecer os elementos necessários ao seu desenvolvimento.

Cerezo (1998) sumariza três grandes direções tomadas pelo movimento CTS desde sua origem, que seriam:

- ✚ No campo de investigação, os estudos CTS tem proporcionado uma reflexão contextualizada para a construção do conhecimento científico enquanto um processo social;
- ✚ No campo político tem defendido o controle social da ciência e da tecnologia e a criação de mecanismos democráticos desse controle.
- ✚ Na educação, tem impulsionado o aparecimento de inúmeras propostas e materiais didáticos que visem discutir a ciência e a tecnologia como processos sociais.

Dentro das pesquisas realizadas nesse campo de estudos podemos ainda citar Acevedo Diaz e Acevedo Romero escolhem os seguintes temas para uma revisão sobre a produção científica da área como temáticas de maior relevância dentro do movimento:

- Aspectos gerais e outros;
- Currículo, projetos e materiais CTS: fundamentos e exemplos;
- Epistemologia e natureza da ciência;
- Avaliação CTS: fundamentos e metodologia;
- Educação tecnológica;
- Gênero, ciência e tecnologia.

O que significa então falar de CTSA?

Como afirma Tomazello (2009) em sua palestra sobre o movimento CTSA, a letra “A” foi incorporada à sigla tradicional CTS, quando da transposição do campo de estudo para o ensino de ciências, como forma de dar ênfase às questões ambientais.

Ainda que não haja consenso sobre a sigla mais adequada e havendo inúmeras propostas (CTA – Ciência, Tecnologia e Ambiente, CTCA – Ciência, Tecnologia, Cultura e Ambiente, CTSAE – Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Educação) concordamos com a sigla CTSA que traduz a importância que o ambiente têm nas relações socio-científico-tecnológicas.

Água

Composição: Djavan

Tudo que se passa aqui
Não passa de um naufrágio
Eu me criei no mar e
Foi lá que eu aprendi
A nadar
Pra nada
Eu aprendi pra nada

A maré subiu demasiada
E tudo aqui está que é água
Que é água
Água pra encher
Água pra manchar
Água pra vazar a vida
Água pra reter
Água pra arrasar
Água na minha comida
Água
Aguaceiro
Aguadouro
Água que limpa o couro
Ou até mata

3- DEBATE CTSA

3.1- Discutindo o *Role-play* (Jogo de papéis), Caso simulado e Debate CTSA

Aqui pretendemos muito sucintamente descrever a técnica do Role-play que propomos seja utilizada para uma abordagem CTSA, e mais especificamente para a realização de um “caso simulado” em formato CTSA.

Mas inicialmente, faz-se necessário diferenciar debate simulado e caso simulado, ambas atividades que podem ser utilizadas com finalidades de um enfoque CTSA para o ensino em diversos níveis escolares. Mas como esclarecem Vieira e Bazzo (2007) o debate volta-se a uma discussão sobre um tema controverso da ciência como o aquecimento global (Vieira e Bazzo, 2007), em que os estudantes assumem posicionamentos contrários. Ainda segundo esses autores um dos objetivos do debate é o desenvolvimento da argumentação.

Já o caso simulado volta-se a um problema real no qual os estudantes assumem papéis de grupos sociais envolvidos na problemática. Além desse aspecto no caso simulado possui um diferencial marcante é que o fato de haver a necessidade de uma decisão (proposta) de resolução do problema que envolva uma ação dos grupos envolvidos. São exemplos de casos simulados o problema dos rejeitos sólidos em uma cidade e a regulação do preço dos combustíveis (NUNES et al, 2009).

O *Role-play* ou jogo do rol é uma técnica de aprendizagem colaborativa que consiste no fato de os estudantes representarem identidades, personalidade, ou papéis sociais que não admitiriam ou que simplesmente não condizem à sua realidade, para a obtenção de determinados fins de aprendizagem.

Os objetivos do jogo do rol podem ser os mais diversos como exemplifica Barkley et al (2005):

- 1- A psicologia do prejuízo, onde o indivíduo experimenta uma situação para entender os padrões psicológicos de grupos sujeitos a discriminação;
- 2- A aprendizagem de uma segunda língua, para romper a inibição de alguns estudantes;

No entanto, defendemos que a técnica do role-play pode ser introduzida no ensino de ciências a partir do debate simulado para que os estudantes possam compreender posicionamentos sobre um mesmo problema sócio-científico-tecnológico-ambiental.

A finalidade aqui se aproxima da psicologia do prejuízo, uma vez que busca evitar posicionamentos reducionistas, como:

“O governo é responsável pela destinação do lixo doméstico.

As pessoas que trabalham no lixo, devem deixar de trabalhar pois irão pegar alguma doença.”

O objetivo aqui é entender o outro em suas razões, o que pode ser aliado aos objetivos do caso simulado de buscar soluções possíveis para uma problemática. Tais ponderações nos remetem à finalidade da educação química e seu compromisso com a construção da cidadania (SANTOS E SCHNETZLER, 2003), e da democracia.

Abaixo descrevemos brevemente a estrutura que propomos para o caso simulado em uma perspectiva CTSA:

✚ Justificativa e fundamentação: O caso simulado CTSA é uma ferramenta adequada para trabalhar habilidades e competência relativas a argumentação, o uso da linguagem científica, e contextualização sócio-histórica da produção do conhecimento científico. Todas essas habilidades expressas como necessárias para o ensino de química nos documentos oficiais (PCN e PCN+). E ainda, uma ferramenta para se trabalhar a dimensão da alfabetização científica, uma vez que o enfoque CTS/CTSA tem sido considerado uma das propostas mais adequadas nesse sentido.

✚ Estrutura do Caso simulado:

- 1- O tema: O tema a ser trabalhado com as turmas terá necessariamente que ser um tema socialmente relevante, mas com implicações científicas, tecnológicas e ambientais. O desejável é que a escolha se dê em função de um problema presente na comunidade ou que a própria turma escolha o tema que mais lhe preocupa discutir.
- 2- Dos grupos sociais: A turma é dividida em grupos sociais envolvidos no problema real escolhido, que terão que expor as idéias dos grupos sociais aos quais estão representando, segundo a estratégia do Role-play sobre o tema.
- 3- Do corpo de jurados e decisão: Haverá entre os grupos um que será o de jurados. Diante das exposições dos demais, o corpo de jurados deve tomar uma decisão complexa, tendo em vista que nas problemáticas sócio-ambientais não se possa tomar decisões simplistas do tipo “Grupo X está correto”. O objetivo é que a decisão seja um plano de ação que envolva todos os grupos participantes na solução do problema.
- 4- Da necessidade material: Não se precisa de nenhum ambiente especial, apenas uma sala de aula em que possa se fazer um círculo de cadeiras.

✚ Modelo de Caso Simulado: **Projeto de descontaminação das águas Rio Pantanal**

Possíveis grupos envolvidos:

Indústria
Prefeituras Municipais
Comunidades ribeirinhas
Empresas que despejam dejetos no rio
Pesquisadores (químicos, biólogos, agrônomos)
Educadores ambientais

Explicação inicial

Inicialmente cada grupo deverá expor suas idéias sobre o problema e seu ponto de vista sobre a questão, como a estrutura proposta abaixo:

- Dos representantes **da Prefeitura Municipal (Grupo 1)**: 5 min
- Dos representantes da **Comunidade Ribeirinha (Grupo 2)**: 5 min
- Dos representantes do grupo de **pesquisadores do rio (Grupo 3)**: 5 min

Secção de questionamentos

Cada grupo terá o direito a fazer pelo menos um questionamento a outro grupo, quando necessário e possível, pode haver mais de uma rodada de perguntas que devem seguir essa estrutura na nossa proposta:

Questionamento do Grupo 1 ao grupo 2: 1 min

Resposta do grupo 2: 2 min e 30 seg

Réplica: 1 min e 30 seg

Tréplica(opcional): 1 min

Considerações finais

A cada grupo ao final da última rodada de perguntas deve ter um tempo estipulado para fazer suas considerações finais e retomar os elementos-chave de sua argumentação durante o caso simulado. O tempo estimado para esta etapa seria de 3 min para cada grupo.

Decisão do corpo de jurados

O grupo de alunos que personificam o corpo de jurados deve ao final do debate se reunir em separado para propor estratégias de resolução de problemas com base nos argumentos defendidos pelos demais grupos.

Ao final os demais devem ser chamado de volta à sala de aula e deve ser comunicada a 'decisão' tomada.

Findo o caso, recomenda-se que os estudantes possam discutir brevemente os aspectos mais importantes da atividade.

CONSIDERAÇÕES

Diante da emergência planetária e das questões que afligem nosso mundo é necessário pensar com profundidade nossos problemas.

Pensar que novos artefatos tecnológicos nos trarão todas as soluções para os males que enfrentamos ou que a ciência é um empreendimento neutro são equívocos que precisamos rever. A ciência e a tecnologia transformam o ambiente e a sociedade à

medida que vão sendo construídos por essa mesma sociedade dentro dos limites impostos pelo ambiente.

Entender como se dão as relações estabelecidas entre os elementos do conjunto C-T-S-A se torna dentro da sociedade da informação um pré-requisito à própria cidadania, uma vez que uma atuação democrática do cidadão está condicionada ao seu conhecimento.

Como professores e futuros professores de ciência devemos nos engajar no enfrentamento dos grandes problemas sócio-ambientais entendendo o papel que o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e tecnológicos têm no surgimento e resolução dos mesmos problemas. Entendemos que nós professores não iremos diretamente solucionar tais questões, mas temos que assumir o compromisso de formar os cidadãos que juntamente conosco em instâncias democráticas irão decidir sobre as melhores alternativas.

Sendo assim, esses módulos de ensino voltam-se incitar uma discussão sobre a produção de material didático para as licenciaturas, especialmente a de química, com a finalidade de preparar os futuros professores para um exercício da docência voltado ao letramento científico e tecnológico e que se distancie da educação bancária que ora se vê em muitas instituições de ensino.

Entendemos que essa proposta inicial passará por diversas modificações e esperamos que venham críticas que possam melhorar ou propostas que visem suceder esse material. Como todo texto, esse também é um rascunho a ser reescrito e reelaborado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACEVEDO DIAZ, J. A. La formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria para la Educación CTS. Una cuestión problemática, 2001. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/acevedo9.htm> acessado em 10/11/2008.
2. ACEVEDO DIAZ, J. A., Acevedo Romero, P. Bibliografía sobre educación CTS. Una selección desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/acevedo10.htm> acessado em 28/05/2009.
3. ALVES, R. Filosofia da Ciência : introdução ao jogo e a suas regras, São Paulo: Loyola, 12^a ed., 2007.
4. ALONSO, Cipriano Barrio. La apropiación social de la ciencia: nuevas formas. Revista CTS, nº10, v.4, 213-225, janeiro de 2008.
5. BARKLEY, E. F., CROSS, K. P., MAJOR, C. H., Técnicas de aprendizaje colaborativo. Madri: Morata, 2005.
6. BORGES, Regina Maria Rabello. Em debate: científicidade e educação em ciências. Porto Alegre: ediPUCRS, 2007.
7. BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília, 1999.
8. _____, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Pcn+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

9. CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v.19. n.2. p.243-254, 2001.
10. CERREZO, J. A. L., *Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos*, REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN. Nº 18, 1998.
11. CHASSOT, Ático. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. IJUÍ: ED. UNIJUÍ, 4ª ED, 2006.
12. COLLINS, H., PINCH, T. *O golem: o que você deveria saber sobre ciência*. São paulo: UNESP, 2003.
13. DEMO, Pedro. *Ambivalências da sociedade da informação*. *Ciência da Informação*, v.29, n.2, p. 37-42, maio/ago. 2000.
14. FRANCO, Tânia; DRUK, Graça, *Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente*, *Ciência e Saúde Coletiva*, v 3, n 2, 1998.
15. FERREIRA, Luiz Henrique, ABREU, Daniela Gonçalves de, IAMAMOTO, Yassuko, ANDRADE, José Fernando de, *Determinação simples de oxigênio dissolvido na água*, *Química nova na escola*, n 19, 2004.
16. FEYERABEND, Paul K., *A conquista da abundância: uma história da abstração versus a riqueza do ser*, Editora Unisinos, 2006.
17. FEYERABEND, Paul K., *Contra o método*, São Paulo: Editora da UNESP, 2007.
18. GARCÍA, M. I. G., LÓPEZ CERREZO, J. A., LUJAN LÓPEZ, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madri: Tecnos, 1996.
19. GIL-PÉREZ, D. et al, *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*, *Ciência e Educação*, v. 7, n 2, 2001.
20. HARRES, J. B. S., PIZZATO, M. C., SEBASTIANY, A. P., PREDEBON, F., FONSECA, M. C., HENZ, T., *Laboratório de Ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências*. Santo André: ESETec, 2005.
21. HESSEN, B. no II Congresso Internacional da História da Ciência e da Tecnologia, Londres, 1931, tradução de J. Zanetic para a *Rev. Ensino de Física*, vol. 6, no. 1, p. 37. 1984.
22. JÚLIAN, M. S. G., GÓMEZ CRESPO, M. A., MARTÍN-DÍAZ, M. J., *Es cultura la ciencia?* In: MEMBIELA, P. *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Nancea, 2001.
23. KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. 4 ed. São Paulo : Editora Perspectiva, 1996.
24. LAYRARGUES, P. P., *Sistemas de gerenciamento ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo*. *Revista de Administração de Empresas*, v 40. n 2, 2000.
25. LENARDAO, Eder João et al . *Green chemistry: the 12 principles of green chemistry and it insertion in the teach and research activities*. *Quím. Nova* , São Paulo, v. 26, n. 1, 2003.
26. MAYOR, F., FORTI, A. *Ciência e poder*. Campinas: Papirus; Brasília: UNESCO, 1998.
27. MEMBIELA, P. *Uma revisión del movimiento CTS em La enseñanza de las Ciencias*. In: _____ (org.). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva*

- Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.
28. MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva, SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa, Visões de ciências de professores de química: a mídia e as reflexões no ambiente escolar no nível médio de ensino, *Química nova*, v. 31, n. 07, 2008.
 29. MITCHAM, Carl, Cuestiones éticas en ciencia y tecnología: análisis introductorio e bibliografía. In GARCÍA, M. I. G., LÓPEZ CERREZO, J. A., LUJAN LÓPEZ, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madri: Tecnos, 1996.
 30. MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 2. ed. São Paulo : Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2000.
 31. NUNES, Albino Oliveira ; [NUNES, A. O.](#) ; [MESQUITA, Kelânia Freire Martins](#) ; [SANTOS, Anne Gabriella Dias](#) . Experimentação pedagógica relações CTSA na formação inicial do licenciando em química. *Enseñanza de las Ciencias*, v. Extra, p. 1987-1991, 2009.
 32. PRADO, Alexandre G. S.. Green chemistry, the chemical challenges of the new millenium. *Quím. Nova* , São Paulo, v. 26, n. 5, 2003.
 33. POZO, J. I., GÓMEZ CRESPO, M.A. A aprendizagem e o ensino de ciências do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico, Porto Alegre: Artmed, 5ª ed., 2009.
 34. SANMARTÍN, L.P. M., *História de la Técnica: ¿Qué és? ¿En qué contribuye a clarificar las relaciones entre tecnología y sociedad? ¿Cuáles son sus limitaciones? ¿Hay alternativas?* In: SANMARTÍN, J. CUTCLIFFE, S.H., GOLDMAN, S.L., MEDINA, M. *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Antropos; Leioa (Vivcaya): Universidad del País Vasco, 1992.
 35. SANTOS, M. E. V. M. dos, *Desafios pedagógicos para o século XXI: suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social*. Lisboa: Livros Horizontes, 1999.
 36. SANTOS, M. E. *Relaciones entre Ciencia, Tecnologia y Sociedad*. In: Membiela, P. (org.). *Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Nancea, 2001.
 37. SANTOS, M. E. V. M. dos, *CIDADANIA, CONHECIMENTO, CIÊNCIA E EDUCAÇÃO CTS. RUMO A “NOVAS” DIMENSÕES EPISTEMOLÓGICAS*, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, v 2, n 6, 2005.
 38. SANTOS, W. L. P. SCHENETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Ed. Unijuí, 3ª ed, 2003.
 39. SANTOS, W. L. P. dos ; MOL, G. de S.; MATSUNAGA, R. T.; DIB, S. M. F.; CASTRO, E. N. F. de; SANTOS, S. M. de O.; FARIAS, S. B.; *Química e Sociedade – Vol. Único*. Ed. 1ª. São Paulo: Editora Nova Geração. 2005
 40. SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. *Letramento em Química, Educação Planetária e Inclusão Social*. *Química Nova*, v. 29, n. 3, 611-620, 2006.
 41. SILVA, M. G. L. *Repensando a tecnologia no ensino de química do nível médio: um olhar em direção aos saberes docentes na formação inicial*, UFRN: Natal, 2003.
 42. SUTIL, Noemi, et al, *CTS E CTSA EM PERIÓDICOS NACIONAIS EM ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA (2000-2007): ASPECTOS*

- EPISTEMOLÓGICOS E SOCIOLÓGICOS, Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008.
43. TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro, O Movimento Ciência, Tecnologia - Sociedade - Ambiente na Educação em Ciências, Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, Cascavel - 2009.
 44. VIEIRA, R. M., MARTINS, I. P. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade, Revista CTS, nº 6, vol. 2, 2005.
 45. VIEIRA, K. R. F, BAZZO, W. A., Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta cts para abordar esse tema controverso em sala de aula, Ciência e Ensino, v1, número extra, 2007.
 46. VILCHES, A, GIL-PÉREZ, D., EDWARDS, M., Praia, J., VASCONCELOS, C. A actual crise planetária: uma dimensão esquecida na educação em ciências. *Revista de Educação*, vol. XII (2), 59-73, 2004.
 47. VILCHES, A, GIL-PÉREZ, D., MACÍAS, Ó., TOSCANO, J. C. Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de La ciudadanía y, en particular, de los educadores, en La construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. Revista CTS, nº 11, vol. 4, 139-162, Julio de 2008.
 48. YOUNG, C. E. F., LUSTOSA, Maria Cecília J. . Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira. Revista de Economia Contemporânea, Rio de Janeiro, v. 5, p. 231-259, 2001.
 49. ZABALA, Antoni. A prática educativa : como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.
 50. ZANETIC, J. ; MOZENA, E. R. . Evolução dos conceitos da física. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 2004 (Notas de aula).