

A RELAÇÃO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

ANNA MARIA PESSOA DE CARVALHO*
ANDRÉA INFANTOSI VANNUCCHI*

Resumo

As atuais propostas para o ensino das Ciências enfatizam a necessidade de organizarmos atividades que reflitam uma integração harmônica entre os conteúdos e os processos de construção desses mesmos conteúdos. Assim os problemas que enfocam as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade adquiriram um papel fundamental na organização desse ensino. Entretanto, não podemos ser ingênuos e supor que basta “falar sobre” estes assuntos nos cursos de formação para que os professores sejam capazes de modificar suas classes e de propor atividades significativas de C/T/S a seus alunos.

Em nosso artigo iremos mostrar como preparamos uma atividade de C/T/S/ para o ensino de Física no curso médio (14 a 17 anos) e como estamos introduzindo os professores nesse assunto, criando oportunidades para que eles testem a atividade em suas próprias aulas.

Resumen

Las propuestas actuales para la enseñanza de las ciencias enfatizan la necesidad de organizar actividades, que reflejen una integración armónica entre los contenidos y los procesos de construcción de esos mismos contenidos. Por ello, los problemas que abordan las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad adquieren un papel fundamental en la organización de la enseñanza. Tampoco podemos ser ingenuos y suponer que basta “hablar sobre” estos asuntos, en los cursos de formación, para que los profesores sean capaces de modificar sus clases y proponer actividades significativas en CTS a sus alumnos. En nuestro artículo mostraremos cómo preparar actividades de CTS para la enseñanza de la Física, en un curso medio (14 a 17 años), y cómo introducimos en los profesores estos temas.

* Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo.
Email: ampdcarv@usp.br

1. Introdução

Nas propostas atuais de ensino de ciências, em que se pretende alcançar um ensino que leve os alunos a construir o seu conhecimento através de uma integração harmônica entre os conteúdos específicos e os processos de produção desse mesmo conteúdo, a introdução de atividades que discutam os problemas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (C/T/S) tem um lugar de destaque.

Elas são importantes para dar uma imagem correta da produção do conhecimento em áreas específicas, pois, o trabalho dos homens e mulheres de Ciência –como qualquer outra atividade humana– não tem lugar à margem da sociedade em que vivem, e se vê diretamente afetado pelos problemas e circunstâncias do momento histórico, do mesmo modo que sua ação tem clara influência sobre o meio físico e social em que se insere (Carvalho e Gil 1993).

Preparar então os nossos professores em atividades que discutam o papel dos cientistas na construção do conhecimento, sendo influenciado e influenciando a sua sociedade e a tecnologia influenciando nas descobertas científicas e/ou sendo fruto desse mesmo trabalho é uma das funções de nossos cursos de formação.

Entretanto não podemos ser ingênuos e supor que “falando sobre” esses assuntos nos cursos de formação os professores serão capazes de modificarem suas aulas e proporem atividades significativas de C/T/S para seus alunos (Trivelato, 1993; Carvalho, 1989).

Sob o nosso ponto de vista, a grande dificuldade está em criar condições para facilitar aos professores, nos cursos de formação inicial ou permanente, a integração destes conhecimentos dentro de sua própria prática docente.

Essa integração pode ser concebida quando se organiza atividades nos cursos de formação que favoreçam a vivências de propostas inovadoras em situações de ensino e a reflexão didática dos professores sobre esse trabalho incorporando-os nas investigações sobre suas próprias práticas docentes (Carvalho e Gil, 1993).

No entanto, a partir de uma análise feita nas Memórias dos principais Congressos Nacionais e Internacionais em Ensino de Física (Carvalho e Vannucchi, 1996) constatamos que poucas são as propostas concretas sobre esse tema que têm sido apresentadas com base em resultados

efetivamente obtidos em sala de aula. E são essas propostas concretas que proporcionam aos professores novas vivências e reflexões sobre a prática do colega e criam condições para uma investigação em seu próprio ensino.

O objetivo deste artigo é mostrar como organizamos uma atividade que discute a relação C/T/S para a escola média a partir das investigações sobre o tema e como incorporamos os professores na pesquisa didática que realizamos em sala de aula.

2. A organização da atividade de ensino

Elaboramos uma atividade com a intenção de verificar como os estudantes discutem *sobre* Ciência quando lhes é proposto um tema controverso, no caso, as relações entre Ciência e Tecnologia, com base no episódio do aperfeiçoamento da luneta por Galileu Galilei, no século XVII.

A atividade é composta de um texto e algumas questões elaborados a partir dos trabalhos de historiadores, filósofos e sociólogos da Ciência e que indicam não haver consenso seja entre modelos que estabelecem relação entre Ciência e Tecnologia, seja na interpretação do episódio em questão por historiadores da Ciência (em anexo).

Assim, por um lado, enquanto o senso comum atribui relação causal entre desenvolvimento científico e tecnológico, sendo a Ciência considerada matriz da Tecnologia (Díaz, 1995), no episódio da luneta esse modelo não apenas não se aplica, mas trata-se exatamente do contrário: embora Galileu tenha aperfeiçoado a luneta a ponto de permitir a realização de observações astronômicas –que determinaram uma nova etapa para a Astronomia–, a Ciência da época não explicava porque e como funcionava aquele aparato.

Somente no ano seguinte ao episódio, Johannes Kepler publicaria *Dioptrice*, no qual deduziu os princípios de funcionamento do telescópio analisando geometricamente a refração da luz por lentes (Koestler, 1989).

Mas a formulação correta da lei da refração, associada a um modelo explicativo, não estava ainda estabelecida. Embora Descartes e Snell a houvessem formulado de maneira exata, o primeiro, por considerar o raio luminoso como uma projeção de esferas –que perdem mais velocidade ao colidirem com um corpo elástico que com um corpo duro–, havia chegado

à concepção errônea de que num meio mais denso a velocidade de propagação da luz aumentaria. Assim, elaborou sua lei correta a partir de uma hipótese falsa, de um modelo inadequado (Sabra, 1981). A demonstração de Snell, por sua vez, prescinde de um modelo explicativo, estando baseada essencialmente em observações empíricas (Schurmann, 1946).

Os fatos só seriam esclarecidos cerca de 70 anos mais tarde, quando Christian Huygens deduziu a lei da refração a partir do modelo das ondas secundárias (Sabra, 1981).

Assim, embora Galileu tenha transformado a “luneta débil em poderoso instrumento de pesquisa”, ele o fez por ter sido o primeiro a polir lentes objetivas de longo alcance com qualidade suficientemente boa (Cohen, 1992), o que indica que, se uma relação causal for estabelecida para este episódio, o instrumento tecnológico terá permitido novas possibilidades à Ciência.

Em contrapartida, sobre a influência do microscópio na Ciência do século XVII –aparato contemporâneo da luneta–, Pasteur afirmou, em 1864, ter sido graças à tal descoberta que a teoria da geração espontânea, então em declínio, havia retomado novo incremento (Gibert, 1982).

Percebe-se que os exemplos citados não proporcionam dados que se encaixem num padrão simples. Mayr (1982) coloca o problema nos seguintes termos: tratam-se de dados empíricos que, num gráfico, não resultam em pontos através dos quais seja possível traçar uma curva suave. Constata-se, dessa forma, a inverdade da presumida invariância histórica do relacionamento entre Ciência e Tecnologia. Quaisquer concepções ou modelos desta relação apresentarão limitações, oferecendo tentação permanente no sentido de inferências falsas, de generalizações inconsistentes (Barnes & Edge, 1982).

A interação entre Ciência e Tecnologia estaria mais relacionada a circunstâncias até certo ponto aleatórias (pessoais, sociais, políticas e econômicas) do que a características permanentes dessas áreas do saber. Price (1975) utiliza *simbiose*, ou seja, dependência mútua e vital, como metáfora para a interação.

Quanto à interpretação do episódio por historiadores da Ciência como Alexandre Koyré e Stillman Drake, Mac Lachlan (1990, apud Matthews, 1994a), comentarista dos trabalhos comparados desses dois autores, atribui a diferença em suas conclusões, sobretudo, às distintas posições filosóficas. Assim, o Galileu de Koyré parece habitar um mundo filosófico

copernicano, platônico, de racionalismo e experimentos mentais. Já para Drake, Galileu adquire caráter menos contemplativo e mais ativo – um agudo observador, experimentador e inventor.

Na elaboração da atividade de ensino foi selecionado um diálogo, escrito por Stillman Drake (1983), travado entre contemporâneos imaginários de Galileu sobre o episódio do aperfeiçoamento da luneta. Um trecho do texto apresentado aos estudantes sugere que as primeiras observações astronômicas realizadas por Galileu teriam se dado por acaso:

“Sagredo [...] *O que fez com que ele voltasse este instrumento comercial e naval para os propósitos da Astronomia?*

Sarpi *O folheto dizia, no final, que estrelas invisíveis a olho nu eram observadas através da luneta. Talvez nosso amigo tenha logo verificado tal fato, ou tenha-o descoberto ele próprio. [...]*

Salviati [...] *enquanto estava [o telescópio] ao entardecer, ocorreu de apontá-lo em direção à Lua, então crescente. Através do telescópio a Lua apresentou-se tão diferente do esperado, tanto em relação à sua porção iluminada, quanto à escura, que durante todo um mês ocupou a atenção exclusiva de nosso amigo”.*

Em sala de aula, a intencionalidade das observações astronômicas, controversa entre os historiadores, tornou-se uma questão polêmica levantada pelos alunos: Seria mesmo *por acaso* que Galileu apontou o telescópio em direção à Lua? O que viu era *coincidentemente* contrário às expectativas da teoria celeste aristotélica?

Assim, as atividades de sala de aula podem ser elaboradas de modo tal a “encorajar os estudantes a exercitarem a razão e, também, a serem razoáveis. Os professores deveriam tentar interessá-los pelas questões filosóficas e históricas que podem ser levantadas em relação a um tópico específico, ao invés de fornecer-lhes respostas definitivas, ou impor-lhes seus próprios pontos de vista” (Matthews, 1994b).

De qualquer forma, que visão de Ciência, cientistas e de conhecimento científico deveria ser apresentada aos estudantes, visto que não há *uma* natureza da Ciência preferencial sequer entre os filósofos da Ciência (Lederman, 1992, apud Alters, 1995)? O ensino filosoficamente pluralístico é indicado, isto é, que os estudantes tenham noção de que existem múltiplas interpretações para a Ciência.

3. A nossa experiência didática nas escolas

Era importante que nós testássemos a atividade em sala de aula e a analisássemos, para que esses dados pudessem servir de material didático para os cursos de formação de professores.

A atividade foi proposta para turmas de segundo ano colegial de escolas públicas de São Paulo, Brasil. As aulas foram filmadas em vídeo e transcritas. Os dados apresentados a seguir correspondem a um episódio delas selecionado (Vannucchi, 1996).

O episódio, dividido em momentos, é curto se comparado com a duração da aula. Todavia, constitui-se num recorte que tem, como característica principal, se tratar de um ciclo completo no processo de interação entre indivíduos, mediado pelo objeto de conhecimento (Carvalho, *et al.*, 1992).

A seleção e interpretação dos episódios estão naturalmente sujeitas aos pressupostos teóricos do pesquisador. Por isso mesmo, sua abordagem reflete os aspectos que se busca salientar e analisar: no caso, a necessidade e a potencialidade de temas controversos para a educação científica.

Nos três momentos descritos a seguir, numa primeira aula, os alunos haviam lido o texto e discutido as questões colocadas ao final, em grupos de 4-5 pessoas. As falas transcritas, apresentadas abaixo, são relativas à aula seguinte, quando o professor propôs a discussão com todos os grupos simultaneamente.

3.1. *Da necessidade*

MOMENTO 1

Nesta turma, após alguma discussão, o professor procurou sistematizar algumas conclusões. No entanto, parte dos alunos discordaram de sua posição, o que fez com que ele introduzisse algumas idéias acerca do caráter de construção permanente do conhecimento.

P Tudo bem? E então eu acho que a conclusão mais importante é que no episódio da luneta a Tecnologia tá precedendo a Ciência. Então essa idéia de que Ciência gera Tecnologia, ela é questionável, porque nem sempre isso é verdade. Em alguns episódios pode ser, em outros episódios não. Claro que elas andam sempre lado a lado, em alguns momentos é fácil você separar, em outros não.

MO *Pra falar a verdade, não me convence.*

P *Tudo bem, é isso. Conhecimento é isso mesmo, conhecimento não é, você não pode, eu não tô pedindo verdade pra você. Eu tô tentando te convencer, certo? Daqui a algum tempo você pode tentar aceitar isso ou não, mas isso é o conhecimento, não é ... eu não vendo verdades. Conhecimento não é aquela coisa de verdades, conhecimento científico não é verdade absoluta, acabada. Se fosse verdade absoluta, acabada, seria religião. Nós não estamos fazendo religião aqui dentro. Nós estamos fazendo conhecimento, nós estamos construindo conhecimento. E é isso. Você pode questionar o que eu acho.*

CA *Mas isso é provado que é verdade o que você falou, não? Assim ... todo mundo concorda que nesse caso realmente a Tecnologia ...*

P *Olha ...*

CA *A maioria ...?*

P *Na verdade, quando você lê ou faz Ciência, sempre tem uma ala que fala sim, uma ala que fala não. Nunca existe um consenso coletivo de todos os historiadores, filósofos, que achem que Galileu foi isso. E inclusive Galileu tem muita controvérsia, tem gente que acha que não, tem gente que acha que sim. Então, quando você lê um texto, você tem que citar a fonte [...]*

GE *Foi provado, professor?*

P *O quê?*

GE *Nesse texto, que o problema dele era tecnológico?*

CA *Nós discordamos.*

P *Tudo bem, mas é pra discordar, certo?*

KA *Eu posso pegar tecnológico e científico então?*

As falas das alunas parecem indicar a necessidade de que as idéias sejam apresentadas como verdades (CA: *Mas isso é provado que é verdade o que você falou, não?*; GE: *Foi provado, professor?*).

E a educação escolar tem contribuído para essa postura, pois ignorar as dimensões histórica e filosófica da Ciência favorece visão distorcida da atividade científica, baseada em concepções empírico-indutivistas –a Ciência [e demais conteúdos escolares, se incluindo a História] como composta de verdades incontestáveis. A rigidez e intolerância dessa perspectiva subestima a criatividade do trabalho científico e cria obstáculo intransponível para o ensino de Ciência, pois, além de pretensiosa e reducionista, a ponto de atribuir à Ciência características inapropriadas, tal perspectiva acaba moldando o comportamento do estudante a essa imagem– o pensamento divergente e opiniões conflitantes não são tidos como importantes, sendo até, por vezes, considerados como negativos (Gil-Pérez, 1985, apud Castro & Carvalho, 1995).

É importante, portanto, que os estudantes vivenciem situações de conflito de idéias, o que pode contribuir para a reflexão sobre o *status* negativo a elas associado. Foi o que ocorreu nesta aula, pois como os estudantes haviam refletido e discutido previamente nos grupos, se sentiram seguros em defender um ponto de vista contrário ao do professor, apresentando, para isso, seus argumentos, como mostra o Momento 2.

3.2. Da potencialidade

MOMENTO 2

Ao discutirem com o professor e com o restante da classe a natureza das dificuldades enfrentadas por Galileu para a construção da luneta, alguns grupos as defenderam como tendo sido tecnológicas e outros, como científicas.

O professor fez sua síntese:

P Então, o problema que Galileu encontrou foi um problema de ordem tecnológica; técnico. Ele tinha que polir lentes, mesmo sem saber porque as lentes tinham essas propriedades. Galileu não sabia, e nem ninguém na época, explicar porque as lentes funcionavam, certo? E aí a gente pode distinguir muito bem o que é técnica e Ciência. Porque a Ciência é, ela exige que você saiba a explicação das causas, dos porquês. Se Galileu tivesse feito Ciência no caso do episódio do telescópio, ele saberia, ou deveria ter sabido explicar como e porque as lentes funcionavam, coisa que nem ele, nem ninguém na época, sabia dizer. Mesmo sem ter esse conhecimento, ele aperfeiçoou o instrumento, poliu as lentes e obteve resultados cada vez melhores. Então o problema que Galileu teve que enfrentar foi um problema tecnológico e não científico. Tá?

CA Mas a falta de conhecimento não é um problema científico? Não tinha como saber fazer, não era um ... não tinha aprofundado um conhecimento científico – como fazer aquilo, não é?

P Mas é um problema técnico. Ele teria que ter um instrumento para polir a lente, que era um problema muito mais prático, muito mais técnico do que saber explicar as causas e os porquês. O problema científico, no caso, é saber explicar porque as lentes aumentam os objetos de tamanho. Ele não estava nem interessado em responder essa pergunta.

MA Só que, por exemplo, se ele tivesse o conhecimento científico das lentes, aí, na primeira vez que ele fosse fazer as lentes, ele já faria a concavidade ...

P Exatamente. Essa é uma questão importante: o que é conhecimento científico? Porque, se ele tivesse o conhecimento científico, ele saberia

prever, ele anteciparia o resultado. Coisa que ele não sabia, certo? Então o conhecimento científico, ele envolve, além de uma explicação, uma previsão [...]

GE *Mas a partir do momento que ele foi tentando e chegou à conclusão que deixando uma lente curva ela teria efeito, já seria o conhecimento científico.*

P *Não seria conhecimento científico porque ele não sabia explicar o porquê que a lente curva ia produzir aquele resultado. Por que que a lente plana não produzia e a lente curva produzia? Ele sabia, da observação, que a lente curva tinha um resultado melhor que o da lente plana (que não tinha resultado nenhum). Isso é uma observação, certo? Cadê a explicação? Por quê? Ele não sabia responder.*

AN *Então não é só o tecnológico. Eu acho que aí tem os dois relacionados. Tanto tecnológico, quanto científico. Aí não dá pra distinguir se é um dos dois.*

Inicialmente o professor colocou seu ponto de vista, mas os alunos não estavam convencidos. CA apontou um aspecto pertinente: Galileu enfrentou, como problema, a falta de conhecimento científico (*Mas a falta de conhecimento não é um problema científico?*). Entretanto, o que ela não pareceu reconhecer foi o fato de que esse desconhecimento não representou um obstáculo para o aperfeiçoamento da luneta (*Não tinha como saber fazer, não era um ... não tinha aprofundado um conhecimento científico – como fazer aquilo, não é?*).

Duas hipóteses podem ser levantadas: em primeiro lugar, uma confusão entre saber e, em suas próprias palavras, “saber fazer”. Outra interpretação é que, ao conceber uma relação causal Ciência → Tecnologia, CA raciocinou de maneira análoga à Bacon: “sendo a causa ignorada, frustra-se o efeito” (1973, aforismo III, livro I).

Insatisfeitos com a explicação do professor, os alunos levantaram pontos importantes a respeito do que é a atividade científica, como previsão (MA: *se ele tivesse o conhecimento científico das lentes, aí, na primeira vez que ele fosse fazer as lentes, ele já faria a concavidade...*) e descrição (GE: *Mas a partir do momento que ele foi tentando e chegou à conclusão que deixando uma lente curva ela teria efeito, já seria o conhecimento científico*). E a esta segunda característica atribuída à atividade científica – a descrição –, o professor contrapôs sua concepção: *Isso é uma observação, certo? Cadê a explicação? Não seria conhecimento científico porque ele não sabia explicar o porquê [...]*

Isso é o mais importante: que os alunos revejam e ampliem suas representações de Ciência e Tecnologia. A contrastação entre idéias diferentes, além de relativizar e trazer a necessidade de se justificar pontos de vista, pode levar à tomada de consciência e ao esclarecimento de idéias inicialmente indiferenciadas. Paraphrasing Siegel (1993) (que refere-se à concepção de Ciência), “deveríamos procurar para os nossos alunos aquilo que procuramos para nós mesmos: uma consciência e apreciação cada vez mais profundas dos problemas e dúvidas de nossa[s] concepção[ções]”.

MOMENTO 3

Como pode ser visto no trecho a seguir, a discussão acabou por se desviar do tema relações Ciência-Tecnologia para entrar, nas palavras do professor, “no terreno das intenções” que Galileu teria tido ao aperfeiçoar a luneta.

- P *Veja, ele não tinha o conhecimento científico.*
GE *É. Faltava esse.*
P *Tudo bem. Nesse sentido, o problema dele era um problema científico. Ele não tava preocupado em explicar o porquê. Ele tava preocupado ...*
DE *Não se sabe?!*
P *Oi?*
DE *Não dá pra saber se ele estava ...*
P *Bom, pelo menos aí, historicamente. Ele tava preocupado em aperfeiçoar a lente e observar esse resultado –se ela tinha a capacidade de aumentar o objeto de tamanho.*

Ao longo da discussão os alunos tiveram oportunidade de levantar novas questões que não haviam sido propostas. Assim, ao analisarem o “terreno das intenções”, os alunos apontaram para eventuais objetivos científicos de Galileu com relação à luneta –não no sentido de compreender seu funcionamento, mas de empreender observações celestes:

- P *Uma pergunta que eu queria introduzir agora, que surgiu nesse grupo aqui é a seguinte: Por que Galileu apontou o telescópio pra Lua? Será que foi por acaso?*
(Alguns alunos respondem que não.)
P *Será?*
MI *Então, se não foi por acaso, aí por conhecimento científico.*
P *Aqui que tá, agora a gente entra no terreno das intenções. Quer dizer, Galileu era um gênio, possivelmente sim. Além de um consultor militar ele*

também era um cientista. Nós não podemos dizer que foi, também não podemos garantir que sim ou não, ele apontou o telescópio pra Lua por acaso, sem querer, e olhou e falou “Olha, a Lua é assim”. Será que ele não tinha já uma concepção de mundo, uma teoria, um conhecimento dele que levou ele ...

DE *Eu acho que ele tinha.*

P *... a apontar o telescópio pra Lua? Será que ele não tinha uma intenção prévia?*

(Parte da classe concorda.)

P *Ou foi ao acaso? Então, é complicado saber.*

LI *Talvez tenha sido simplesmente por curiosidade.*

P *Pode ... aí que ... nós não sabemos.*

A dúvida levantada pelos alunos quanto às intenções de Galileu constitui-se num ponto controverso entre os próprios historiadores da Ciência, sendo sua relevância sustentada por dois argumentos: a impossibilidade de uma versão final e correta para todas as disputas entre pontos de vista diferentes e a importância pedagógica dos debates e contrastação de idéias.

No entanto, a inclusão de temas contraditórios entre os próprios filósofos e historiadores da Ciência requer o redimensionamento de objetivos educacionais; no caso, promover não respostas finais, mas “[...] algum *insight* sobre o modo como os cientistas trabalham ou como o novo conhecimento científico é obtido” (Kipnis, 1995, p. 613).

4. Nossa experiência na formação de professores

Em nossos cursos de formação de professores, inicial ou permanente, levantamos a discussão sobre a importância de se introduzir atividades de C/T/S mostrando e analisando a experiência didática acima transcrita. A partir dos vídeos e de nossa análise podemos propor discussões sobre vários pontos importantes para o ensino.

Um desses pontos é a importante relação entre conteúdo e metodologia e como essa pode acontecer quando a abordagem histórica é o tema de nossas aulas.

Numa sistematização de propostas construtivistas, uma das características destacadas por Driver (1986) é que se tenha em conta os conhecimentos e idéias prévias dos estudantes. De fato, entende-se que as idéias dos alunos devam ser consideradas tanto no planejamento didático,

quanto nas situações de ensino. É preciso, também, estar atento para a necessidade de reestruturação dessas idéias.

Mas é importante deter-se neste ponto: De que ordem seriam tais reestruturações? Contrariamente às estratégias de mudança conceitual, entendendo-se que “a aprendizagem significativa [...] não é uma questão de tudo ou nada” (Coll, 1996, p. 141).

Assim, por exemplo se sabe que os estudantes já trazem idéias acerca do que se constitui o conhecimento científico, bem como, sobre suas relações com a Tecnologia. Entretanto, quanto à contrastação que as informações contidas no texto de uma atividade e que as discussões com o professor e demais alunos possa trazer, não se espera, necessariamente, uma mudança para determinadas concepções filosóficas.

Entende-se a tomada de consciência, pelo estudante, de suas concepções, como aspecto importante dos processos de ensino e de aprendizagem. Essa consciência, propiciada pela revisão de idéias, pode levar à mudança de concepção, o que pode ser visto na fala de uma aluna de uma das turmas na qual foi introduzida a atividade:

P Sua resposta não “está de acordo sobre o desenvolvimento científico e tecnológico”?

AN Não. Não está de acordo com o que a gente pensava antes.

P Ah, antes. Por quê? Vocês pensavam o quê, antes?

AN Que a Ciência vinha antes da Tecnologia.

Por outro lado, ainda que isso não aconteça sempre, se considera, como mais importante, o fato das atividades em História e Filosofia da Ciência levarem os alunos a reverem e ampliarem suas representações, adquirindo “consciência e apreciação cada vez mais profundas dos problemas e dúvidas” destas.

Esse posicionamento, que não supõe o levantamento das idéias dos alunos para que essas, em seguida, sejam contestadas, valoriza as idéias dos alunos, favorecendo sua criatividade e autonomia. Assim sendo, o redimensionamento que se defende para a reestruturações das idéias dos alunos não considera, tão somente, o conhecimento do sujeito, sua história passada, mas, também, seu futuro, suas perspectivas.

Outro ponto a salientar nos cursos de formação de professores é a importância do conhecimento histórico, que permite que as discussões filosóficas sejam contextualizadas historicamente, proporcionando subsídios para debates fundamentados.

Entende-se que “aprender Ciências [e aprender *sobre* Ciências] envolve a entrada dos jovens numa forma diferente de pensar e de explicar o mundo; tornar-se socializado, em maior ou menor extensão, nas práticas da comunidade científica com seus propósitos particulares e suas maneiras de ver e de explicar peculiares” (Driver *et al.*, 1994). Quando, de fato, envolvidos nesse “processo de aculturação”, os estudantes se dissociam de práticas auto-referentes, já que, para que compreendam essa nova forma de ver o mundo, as idéias que trazem não bastam ou não são congruentes.

Também levamos os professores a tomarem consciência do desenvolvimento das habilidades cognitivas e argumentativas entre os alunos. A argumentação –uma das realizações mais importantes da educação científica (Deanna Kuhn, 1991, 1993; Duschl, 1995; Driver, 1997)– é favorecida quando propomos esse tipo de atividades já que os estudantes têm que justificar e debater seus pontos de vista.

Localiza-se aí interface direta entre o conteúdo e o modo como a História e Filosofia da Ciência são introduzidas em sala de aula. Nesse sentido, quando os alunos trabalham em grupo, quando discutem suas idéias com os pares e com o professor, se está favorecendo o desenvolvimento de habilidades de raciocínio, argumentação, expressão de idéias, além da necessidade de refletir e respeitar as idéias dos demais.

Entretanto o ponto principal a ser considerado nesses cursos de formação de professores diz respeito ao próprio papel do professor na introdução de uma proposta didática inovadora. É preciso salientar sua importância. Embora a dinâmica interna de construção do conhecimento não possa ser ignorada, nem substituída pela intervenção pedagógica, tal intervenção é importante e consiste essencialmente na criação de condições adequadas para que a dinâmica interna ocorra e seja orientada em determinada direção, segundo as intenções educativas (Coll, 1996). É necessário que o professor esteja atento ao seu discurso em sala de aula, entendendo por discurso toda a fala do professor: quer respondendo ao aluno, quer expondo ou fazendo novas questões. O professor tanto pode promover a argumentação de seus alunos com um discurso persuasivo onde questões abertas são frequente como pode fazê-los emudecerem com um discurso de autoridade onde questões do tipo: “Vocês tem dúvidas?”; “Vocês entenderam o que o texto quis dizer?” são os grandes exemplos.

Em nossos cursos de formação de professores, após as discussões sobre a atividade de C/T/S/ sempre encontramos vários docentes que se

interessam em replicar a nossa experiência didática, integrando esses conhecimentos em sua prática de sala de aula e criando condições para uma reflexão sobre o seu próprio trabalho docente.

Quando temos a oportunidade de gravar essas aulas e trazê-las para os nossos cursos, promovendo a análise no coletivo do grupo, as discussões dessas vivências criam novos estímulos para os professores e dão um significado de realidade e possibilidade às propostas inovadoras.

Referências bibliográficas

- Alters, B. J.** (1995). *Whose Nature of Science?* En F. Finley, D. Allchin, D. Rhees, S. Fifeild (eds.), *Third International History, Philosophy, and Science Teaching Conference*, Minneapolis, pp. 33-47.
- Bacon, F.** (1973). *Novum Organum ou Verdadeiras Indicações Acerca da Interpretação da Natureza*. J. A. R. de Andrade (trad.). São Paulo: Abril Cultural.
- Barnes, B.; Edge, D.** (1982). *Science in Context - Readings in the Sociology of Science*. London: The Open University Press.
- Carvalho, A. M. P. de** (1989). Formação de professores: o discurso crítico-liberal em oposição ao agir dogmático repressivo. *Ciência e Cultura*, vol 41, Nº 5, pp. 432-434.
- Carvalho, A. M. P. de; Garrido, E.; Castro, R. S.** (1995). El papel de las actividades en la construcción del conocimiento en clase. *Investigación en la Escuela*, Nº 25, pp. 61-70.
- Carvalho, A. M. P. de; Castro, R. S.; Laburu, C. E.; Mortimer, E. F.** (1992). Pressupostos epistemológicos para a pesquisa em ensino de ciências. *Cadernos de Pesquisa*, Nº 82, pp. 85-89.
- Carvalho, A. M. P. de; Gil-Pérez, D.** (1993). *Formação de Professores de Ciências*. S. Valenzuela (trad.). São Paulo: Cortez.
- Castro, R. S.; Carvalho, A. M. P. de** (1995). The Historic Approach in Teaching: Analysis of an Experience. *Science & Education*, vol. 4, Nº 1, pp. 65-85.
- Coburn, W. W.** (1996). Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education, *Science Education*, vol. 80, Nº 5, pp. 579-610.
- Cohen, B. I.** (1992). *The Birth of a New Physics*. London: Penguin Books.
- Coll, C.** (1996). *Psicologia e Currículo - Uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. São Paulo: Ática.

- Drake, S.** (1983). *Telescopes, Tides and Tactics - A Galilean Dialogue about the Starry Messenger and Systems of the World*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Driver, R.** (1986). Psicología Cognoscitiva y Esquemas Conceptuales de los Alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4, N° 1, pp. 3-15.
- Driver, R. e Newton, P.** (1997). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms *Paper prepared for presentation at the ESEARA Conference*, 2-6 September, Rome.
- Duschl, R. A.** (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 13, N° 1, pp. 3-14.
- Gibert, A.** (1982). *Origens Históricas da Física Moderna*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Gil-Pérez, D.** (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 11, N° 2, pp. 197-212.
- Gil-Pérez, D.** (1995). New trends in science education. *International Journal of Science Education*, (preprint).
- Gil-Pérez, D.; Carrascosa-Alis, J.** (1994). Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching. *Science Education*, vol. 78, N° 3, pp. 301-315.
- Gómez-Granell, C.; Coll, C.** (1994). De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo? *Cuadernos de Pedagogía*, 221, pp. 8-10.
- Kipnis, N.** (1995). *Blending Physics with History*. En F. Finley, D. Allchin, D. Rhees, S. Fifield (eds.). Third International History, Philosophy, and Science Teaching Conference. Minneapolis.
- Koestler, A.** (1989). *O Homem e o Universo (The Sleepwalkers - The History of Man's Changing Vision of the Universe)*. A. Denis (trad.). São Paulo: Ibrasa.
- Laudan, L.** (1977). *Progress and Its Problems - Towards a Theory of Scientific Growth*. Berkeley: University of California Press.
- Matthews, M. R.** (1994a). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 12, N° 2, pp. 255-277.
- Matthews, M. R.** (1994b). *Science Teaching - The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Mayr, O.** (1982). *The science-technology relationship*. En B. Barnes, D. Edge (eds.), *Science in Context - Readings in the Sociology of Science*. London: The Open University Press.

- Moraes, A. G. et al.** (1990). Representações sobre Ciência e suas implicações para o Ensino de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, vol. 7, Nº 2, pp. 115-122.
- Mortimer, E. F.** (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 1, Nº 1, pp. 20-39.
- Mortimer, E. F.; Carvalho, A. M. P. de** (1996). Referenciais teóricos para análise do processo de ensino de Ciências. *Cadernos de Pesquisa*, Nº 96, pp. 5-14.
- Pozo, J. I.** (1996). *Aprendices y maestros - la nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial.
- Sabra, A. I.** (1981). *Theories of Light - from Descartes to Newton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schurmann, P. F.** (1946). *Luz y Calor - 25 siglos de hipótesis acerca de su naturaleza*. Buenos Aires: Espasa-Calpe Argentina.
- Siegel, H.** (1993). Naturalized Philosophy of Science and Natural Science Education. *Science & Education*, vol. 2, Nº 1, pp. 57-68.
- Trivelato, S.L.F.** (1993) - *Ciência, Tecnologia e Sociedade - mudanças curriculares e formação de professores*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de S. Paulo.
- Trumbull, D. J.** (1987). *The Irrelevance of Cognitive Science to Pedagogy: Absence of a Context*. En H. Hugh, J. Novak (eds.), *Second International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics*, Ithaca, pp. 490-495.
- Vannucchi, A.I.** (1996). *História e Filosofia da Ciência - da teoria para a sala de aula*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Wheatley, G. H.** (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. *Science Education*, vol. 75, Nº 1, pp. 9-21.