
HISTÓRIA DA CIÊNCIA: INVESTIGANDO COMO USÁ-LA NUM CURSO DE SEGUNDO GRAU¹

Ruth Schmitz de Castro
Sistema de Ensino Arquidiocesano
Colégios São Paulo e Santa Maria
Belo Horizonte – MG
Anna Maria Pessoa de Carvalho
Faculdade de Educação – USP
São Paulo – SP

Resumo

A idéia de que a abordagem histórica pode ser útil e frutífera para cursos de física encontra suporte entre as variadas concepções de ensino.

Neste artigo analisamos a pertinência, a relevância e os efeitos do uso desta abordagem na formação do professor de ciências e na aprendizagem dos conteúdos científicos.

I. Em busca de um curso construtivista

Todo ensino que se propõe ser construtivista deve ter sempre o aluno como foco principal de atenção, pois é ele o grande construtor de seu próprio conhecimento. É através das representações mentais, do mundo com o qual interage, que este aluno consegue avançar em suas interpretações conforme situações novas vão surgindo. Ele sempre levará para sala de aula concepções construídas a partir de sua interação com a realidade, suas próprias elaborações do objeto de estudo. É, portanto, fundamental conhecer como pensam estes alunos, como percebem e compreendem os fenômenos que serão estudados.

O aluno deverá sempre explicitar sua maneira de pensar e o professor deverá sempre estar atento ao que vem explícito em suas elaborações e em suas incursões sobre o conhecimento em construção.

¹ Trabalho apresentado na V reunião Latino Americana sobre Educação em física, Porto Alegre (Gramado), Brasil, 24 à 28 de agosto de 1992.

Do ponto de vista epistemológico, a teoria da equilibração piagetiana tem se mostrado extremamente útil enquanto estrutura capaz de nos orientar na busca do entendimento das evoluções e dos progressos nos sistemas explicitados elaborados pelos alunos: se todo indivíduo possui um sistema cognitivo que funciona por um processo de adaptação que é perturbado por conflitos ou lacunas, e cuja reequilibração (resolução do conflito ou preenchimento da lacuna) implica em alguma aprendizagem ou construção de conhecimento, a perturbação é, pois, o motor, a mola propulsora no progresso do conhecimento. Ultrapassá-la é a fonte desse progresso (ROWELL, 1989).

É importante ressaltar que buscar o rosto de um curso de Física construtivista não significa inventar novas técnicas ou estratégias, não passa pela descoberta e disseminação da receita milagrosa da construção. Na realidade, é, antes de mais nada, buscar o espírito deste curso através das mais comuns e diversas atividades, inevitáveis em qualquer curso, porém agora imbuídas de uma filosofia do conhecimento na qual a aprendizagem é um processo de construção. As aulas expositivas, por exemplo, necessárias e extremamente ricas, além de servirem como canal de informação, passam a desempenhar também uma função estruturante das diversas questões e discussões empreendidas ao longo de um curso. Deixam, portanto, de ser meros veículos de transmissão de conhecimento, passando a integrar o processo, como uma das maneiras de auxiliar os mecanismos de preenchimento de lacunas, identificadas ao longo da construção empreendida.

Também os exercícios e os problemas de lápis e papel deixam de ser apenas atividades de treinamento e passam a constituir oportunidades de investigação. As experiências de laboratório também se tornam mais que meras atividades de ilustração ou de entretenimento e, assim como os exercícios, adquirem uma dimensão inquiridora, um caráter de pesquisa, aproximando o ensino da ciência da própria atividade científica através de uma identificação metodológica.

Uma de nossas principais hipóteses é que dois processos apresentam-se como fundamentais para o redimensionamento destas estratégias e técnicas de ensino, de forma a torná-las coerentes com nossa postura frente ao conhecimento: a história da ciência e a psicogênese, ou seja, a evolução das idéias ao longo da história e o desenvolvimento cognitivo individual. A preocupação com a gênese do conhecimento obriga-nos a abordá-la em suas duas dimensões possíveis: a que ocorre em nível de indivíduo (ontogênese), e a que ocorre em nível de espécie (filogênese). Isso não deve ser feito visando traçar um paralelismo ingênuo entre uma e outra: os contextos são muitos diferentes e o que gerou obstáculos ao longo da história pode não fazer em relação ao sujeito (LACOMBE, 1987).

Apesar de o estudo psicogenético das idéias que evoluem em direção aos conceitos científicos e das informações históricas serem muito importantes para o ensino das ciências, não se pode transgredir os limites de cada um desses campos, quer seja transportando impropriamente aspectos de um para o outro, ou

mesmo estabelecendo correspondências indevidas. Tais campos são dimensões distintas e solidárias de uma mesma questão e fornecem subsídios para o entendimento de como o que vem antes comparece no que vem depois, gerando a novidade, o conhecimento que logo passará a ser passado integrável a um novo presente, numa sucessão interminável de construções.

Neste trabalho vamos analisar algumas contribuições que a abordagem histórica dos conhecimentos científicos pode trazer para um curso de segundo grau.

II. A história da ciência e o ensino construtivista

II.I Da busca de respostas à formulação de hipóteses

Como e quando é possível usar história da física num curso de segundo grau?

Aliadas a esta, muitas outras questões foram sendo estruturadas nesses últimos anos de trabalho e pesquisa.

Que tipo de história da ciência pode ser levada para sala de aula e que papel ela poderia desempenhar no curso como um todo? Até que ponto é frutífero e possível transformar uma postura em relação ao conhecimento em uma ferramenta institucional? Em que momentos de um curso comum caberiam as atividades que pretendíamos elaborar? As dificuldades advindas de tais investidas seriam compensadas pelo aproveitamento de informações ou simplesmente estaríamos trabalhando em termos de atitudes?

A idéia de que a abordagem histórica pode ser útil e rica permeia as diversas concepções de ensino e as considerações dos mais diversos professores. Na licenciatura especializada (LANGEVIN, apud BENSAUDE-VICENT, 1982; CONANT, 1960; BRUSH, 1969; GAGLIARD, 1986, 1988; SALTIEL e VIENNOT., 1985; LACOMBE, 1987; RESMODUC, 1987) e no contato diário com colegas da área, sempre surge o momento em que a questão do uso da história é levantada. Contudo, respostas práticas que possam orientar o professor de segundo grau a fazer uso desta abordagem não tem, sequer, sido ensaiadas, apesar de, ao que nos parece, haver uma certa unanimidade em aceitar a importância do enfoque histórico para uma compreensão mais completa da ciência.

Ousamos dizer que a alusão a este desenvolvimento, ainda que de forma modesta em nível de segundo grau, parece conferir aos alunos o tão necessário reconhecimento da ciência como objeto de construção.

Mas como, quando e quais os indícios de que este uso é realmente fator de colaboração?

Encarar a ciência como um produto acabado confere ao conhecimento científico uma falsa simplicidade que se revela cada vez mais como uma barreira

a qualquer construção, uma vez que contribui para a formação de uma atitude ingênua frente à ciência. Ao encararmos os conteúdos de ciência como óbvios, as diversas redes de construção edificadas para dar suporte a teorias sofisticadas apresentam-se como algo natural e, portanto, de compreensão imediata (ROBILOTTA, 1988). Assim, o conhecimento científico, construção sofisticada e gradual da mente humana, passa a ser tomado como algo passível de mera transmissão, de revelação e não como conhecimento a ser elaborado. Esta atitude mostra-se claramente nociva a qualquer tentativa de se aproximar da ciência.

A introdução da dimensão histórica pode tornar o conteúdo científico mais interessante e mais compreensível exatamente por trazê-lo para mais perto do universo cognitivo não só do aluno, mas do próprio homem, que, antes de conhecer cientificamente, constrói historicamente o que conhece.

II.2 Um exemplo: abordando a história num curso de calor e temperatura

Em 1990, juntamente com um grupo de pesquisadores da FEUSP e de professores de algumas escolas de São Paulo, elaboramos um curso de segundo grau no conteúdo “Calor e Temperatura”, preocupados, desde o início, com a dimensão histórica dos conteúdos físicos.

Fizemos então uma reconstrução de fatos e idéias coletando textos e excertos que, de alguma forma, davam corpo a conteúdos, além de um levantamento do contexto histórico no qual tais evoluções se inseriam.

Após o primeiro contato com os textos clássicos de história da ciência (BERNAL, 1976; TATON, 1959; HOPE, 1928; HOLTON, 1976), nossas questões e prioridades orientaram a procura de uma informação mais refinada em relação à evolução das idéias, dos conceitos. Por exemplo, a teoria do calórico, fortemente presente na abordagem didática da terminologia (ainda que se queira fugir dela), os conceitos de calor latente, calor específico e principalmente o borbulhante desvelamento do conceito de energia, foram alguns itens que buscamos conhecer mais atentamente, através de artigos especializados (BROWN, 1950, 1952; BOYER, 1942) ou mesmo em excertos de textos originais (MAGIE, 1935). Sempre que algum assunto ou item do conteúdo foi discutido de forma mais controversa, a história foi buscada numa tentativa de entender melhor os mecanismos de explicação tanto na rede de conceitos científicos, quanto nas incipientes tentativas de explicação ensaiadas por nossos alunos (CASTRO; CARVALHO, 1991, 1991).

II.3 Elaborando algumas atividades

Levar a informação histórica para sala de aula poderia ser feita de várias maneiras: através de aulas expositivas, sessões de vídeo, trabalhos de pesquisa bibliográfica ou leituras. Optamos por utilizar leituras como principal canal de veiculação da história em sala de aula.

Após termos feito o levantamento histórico referido anteriormente, observamos que as atividades poderiam ser de dois tipos, no que toca à idealização: um primeiro tipo, a que chamamos atividade reconstruída racionalmente, e um segundo tipo chamada por nós de atividade dialógica.

As atividades do primeiro tipo foram criadas a partir de nossa prática docente e dos dados obtidos no levantamento histórico. Ao tomarmos conhecimento de forma detalhada do processo de construção de certos conceitos, nós, que dominávamos instrumentalmente e conceitualmente os conteúdos, elegemos momentos nos quais a abordagem histórica nos pareceu esclarecedora.

As chamadas atividades dialógicas traduziriam a necessidade de estabelecer um diálogo (e não um paralelo) entre o processo de construção da ciência pelos cientistas e o processo de construção empreendido pelos alunos. A partir de dúvidas, questões ou mesmo concepções detectadas em sala de aula, voltaríamos à história a fim de, por meio dela, identificar como os obstáculos foram transpostos, como as barreiras foram removidas, ou, apenas como os homens da ciência lidaram com as mesmas preocupações que os alunos, vez por outra, parecem manifestar.

A primeira atividade (tipo dialógica) realizada surgiu da análise de uma aula, gravada em vídeo, na qual os alunos discutiam fatos ligados aos estudos dos fenômenos térmicos, em particular a existência de um patamar fixo de temperatura durante o processo de ebulição. Uma aluna, relutante em aceitar tal fato sugeriu que se fizesse a verificação experimental, o que nos remeteu a um trecho de um texto de D. G. Fahrenheit no qual ele relata sua surpresa e desejo de constatar este fato, quando dele tomou conhecimento.

Tal texto pareceu-nos muito rico tanto pela similaridade das atitudes cientista/aluno, quanto como subsídio de uma discussão que trouxesse à tona aspectos inerentes à estrutura da atividade científica: a troca de informações entre pesquisadores, a necessidade de testar dados, a invariância dos resultados no tempo e no espaço como critério de verificabilidade, o avanço da técnica em função de questões da ciência e vice-versa. Discorrer sobre a ciência, através do diálogo estabelecido entre a expectativa do aluno e a declaração do cientista, parecia-nos oportuno e frutífero, na medida em que aproximava as leituras de mundo feitas por eles.

Verificamos, ao longo do nosso trabalho, ser extremamente difícil criar esse tipo de atividade, pois atividades desta natureza exigem de nós não só um conhecimento profundo de história dos conceitos, como também uma leitura quase que diária dos vídeos, dado o caráter extremamente dinâmico de um curso comum. Contudo, a partir de nossa pesquisa, ficou claro para nós não apenas ser possível elaborar este tipo de atividade, como também ser de grande pertinência o uso delas para atingirmos os objetivos traçados a partir de nossa leitura do processo de ensino.

A segunda atividade (tipo reconstrução) foi elaborada quando discutimos o conteúdo do curso e optamos por manter o tópico termometria, apesar de não o encarmos como fundamental. Da experiência de alguns, o uso de texto com informações históricas inserido no livro didático (ALVARENGA; MÁXIMO, 1981) parecia uma maneira interessante de abordar um assunto considerado enfadonho. Optamos por incrementar tal texto elaborando esta atividade que seria usada com os alunos que não usavam o citado livro didático, enquanto aqueles que o adotavam trabalhariam com a leitura sugerida pelos autores, de uma forma mais atenta.

Esperávamos que tal abordagem deste tópico viesse torná-lo menos enfadonho, na medida em que seriam desnudados processos, motivos e opções. Além disso, resgatar-se-ia a discussão sobre características da atividade científica (p. ex., a aleatoriedade/arbitrariedade de certas opções) o que nos parecia também uma forma de aproximar o discurso do aluno do discurso do cientista.

A terceira atividade (tipo reconstrução) fugiu um pouco às características e opções de nossa proposta original: não foi uma leitura para os alunos, mas um roteiro de aula a ser seguido pelo professor.

Quando tomamos conhecimento, de forma mais detalhada, do trabalho do médico e químico escocês Joseph Black, identificamos nele dois aspectos muito interessantes: os textos deste pesquisador, aos quais tivemos acesso, eram conferências por ele ministradas na universidade em que lecionava e, por isso, eram extremamente didáticos. Utilizava técnicas de questionamento e discussão que já escolhêramos como forma de encaminhar algumas aulas do curso. Além disso, por investigar tema ainda em discussão, as questões levantadas por Black durante suas “lectures” eram muito simples, perfeitamente compreensíveis pelos alunos, além de utilizar termos muito próximos dos termos ou expressões usadas intuitivamente por nossos estudantes.

Pareceu-nos de grande riqueza o uso deste texto. As conferências, porém eram enormes, o que inviabilizava, segundo analisamos, o uso delas como leitura dirigida aos alunos. Apresentamos tais conferências aos professores e sugerimos um roteiro de aula expositiva. Desta forma, o texto serviria de suporte para o professor no próprio redimensionamento de sua prática, ajudando-o inclusive a revelar questões aparentemente banais, que, colocadas num contexto de idéias borbulhantes (como o é do contexto da gênese dos conceitos tanto na ciência como em nossos alunos), poderiam revestir-se de sentido e passarem a revelar os verdadeiros nós impeditores de uma melhor compreensão do conteúdo.

Para a quarta atividade (tipo reconstrução), ainda buscando uma compatibilização do discurso científico com o discurso do aluno (na medida em que se desvelasse o primeiro como de possível entendimento, e o segundo como de possível evolução), escolhemos um trecho curto das conferências de Black, onde ele declarava a necessidade de se diferenciar **calor** de **temperatura**. Neste texto,

podemos perceber que, apesar de denunciar a confusão existente entre tais conceitos e apesar da necessidade por ele explicitada de diferenciá-los, o próprio Black confundia-os, em nível de linguagem. Parecia-nos ser de grande riqueza a exploração do fato de estarmos inevitavelmente atrelados às limitações desta linguagem. Ainda mais, tal limitação, se reconhecida e analisada como tal e discutida de forma ampla e integrada numa visão construtivista do conhecimento, poderia ser usada como mecanismo de refinamento desta linguagem mal delineada, incipiente, comum tanto ao contexto das descobertas científicas quanto ao contexto de sala de aula. Ou seja, revelar-se-ia também como mola propulsora de seu próprio ultrapassamento, numa relação inteiramente coerente com nossa postura filosófica em relação ao conhecimento: o comparecimento do ultrapassado no ultrapassante. **Em alguns casos**, o que tememos ser conceitos alternativos arraigados e, portanto, supostamente resistentes, podem não passar de uma utilização não delimitada da conceituação, ou mesmo uma não compreensão dos limites entre conceitos ou da adequação destes à realidade estudada (caracterizando, portanto, uma perturbação do tipo lacuna). Nestes casos, o que se deve buscar é uma melhor maneira de expressar o pensar/construir aos novos conceitos em questão.

A partir desta preocupação em separar melhor os significados, de entender melhor os termos usados na linguagem científica em construção, elaboramos a 5ª atividade contando um pouco sobre as modificações sofridas pelo conceito de calor específico e também como este conceito foi sendo moldado, a partir de novas informações advindas de trabalhos diversos.

Desta forma, pareceu-nos estar clareando um pouco o significado deste conceito dentro da abordagem física, irremediavelmente imbricado à diferenciação calor/temperatura.

A sexta atividade, segundo pretendíamos, seria uma tentativa de abordar os fenômenos térmicos de uma forma menos legal e mais causal, inserida no efervescente contexto da época em que foram engendrados. A apresentação das teorias explicativas conflitantes – calor como substâncias e calor como energia – pareceu-nos uma forma de aludir à questão do modelo de explicação fatalmente engendrado ao enfrentar os fatos discutidos no curso até então.

Não que julgássemos possível um aprofundamento nas raízes históricas (extremamente complexas) do nascimento do conceito de energia. Tampouco parecia-nos frutífera, neste grau de ensino, uma contraposição de teorias conflitantes, objetivando um aprofundamento teórico deste conceito, que sequer elegêramos como objetivo do nosso curso. De novo, a atividade pretendia traduzir o caráter dinâmico da atividade científica também em nível de articulação de idéias, de dados, de informações, ou seja, também na construção de modelos explicativos subjacentes aos fatos observados.

III. Algumas considerações

III.1 A história da ciência e o professor

Embora quase sempre ausente na formação do professor de ciências, a história parece ser nela de fundamental importância. Conhecer o passado das idéias e buscar compreender o progresso delas pode ajudar a entender a ciência como um recorte da realidade que se relaciona com outras atividades humanas, com outros diferentes recortes. O professor em formação poderá inteirar-se dos obstáculos que travaram o desenvolvimento da ciência, as dificuldades de percurso ao longo da evolução das idéias e conteúdos, e isto poderá fazer com que ele não subestime as dificuldades de seus alunos e reconheça a complexidade de certos conceitos que ensina (SATIEL; VIENNOT, 1985). Assim, poderá pôr um fim à ilusão de que simplesmente repetindo, transmitindo informações que nem sempre podem ser compreendidas, não se chega à construção efetiva de conhecimento. Procurará então estabelecer estratégias (GAGLIARD, 1988), elaborar atividades desequilibradoras, analisará a pertinência e a prioridade dos conteúdos que vai ensinar.

Outra contribuição desta abordagem reside em sua inevitável interdisciplinaridade que propicia uma compreensão da estrutura do conhecimento, das relações entre ciência e poder, da ciência como força produtiva e não mais como atividade neutra. A atitude crítica, necessária a quem se propõe a ensinar desencadeando um processo de construção, comparece, então, no saber científico e no ensino, objeto de estudo e de trabalho do professor de Física. Ao deixar de encarar a Física como algo incompreensível em suas tramas – a história pode ajudar-nos a compreendê-las – o professor poderá, inclusive, iniciar a ruptura no discurso autoritário do saber como instrumento de opressão.

A análise da produção, da apropriação e do controle de conhecimento, das alterações provocadas na qualidade de vida e na própria postura do homem frente a dificuldades pode levar a uma melhor compreensão da atividade científica, colaborando para a desmistificação da ciência, proporcionando no próprio professor condições de que se processem as imprescindíveis mudanças metodológica e conceitual.

III.2 História, equilíbrio e mudança metodológica

Um dos aspectos que temos observado em nossos trabalhos é que a história pode apresentar-se como fio condutor de construções empreendidas pelos alunos.

Quando um aluno chega ao ponto de interrogar o objeto de estudo em sua gênese, buscando as razões ou os motivos que o engendraram, tentando acompanhar as modificações que lhe foram feitas ao longo das diversas incursões

através do tempo, ele parece confessar uma certa disposição para reconstruí-lo. Ou seja, quando ele discute de onde vieram certas idéias, como evoluíram para chegar onde estão ou mesmo quando questiona os caminhos que geraram tal evolução, de certa forma ele nos dá indícios de que reconhece tais conceitos como objeto de construção e não como conhecimentos revelados ou meramente passíveis de transmissão. Buscar razões, parece indicar um comprometimento maior com o que se estuda e se, além disso, o aluno argumenta, ele dá mostras de estar reconhecendo-se também como sujeito construtor de saber.

E não é só este tipo de questão que podemos identificar, com relação à abordagem histórica. Esta perspectiva aparece também como propiciadora de questões de natureza explicativa, atitudinal ou meramente informativa. A presença de tais questões parece apontar uma função quase reguladora da História da Ciência nesse nível de ensino, mais no nível das perturbações lacunares do que no nível das perturbações conflitivas. Não se trata, portanto, apenas de importar o conflito cognitivo ocorrido no desenvolvimento dos conteúdos científicos ao longo da história da humanidade, embora, às vezes, eles pareçam semelhantes aos conflitos dos alunos. Mesmo que a crença num paralelismo alheio à contextualização de cada construção (no aluno e ao longo da história) fosse por nós compartilhada – e não o é – não seria esta a principal razão da busca de similaridades entre conflitos ao longo da história e nos alunos. O enfoque histórico parece, pois, trazer à baila questões, ainda que banais (é sempre importante estar atento a questões cujas respostas são aparentemente óbvias), não trazidas por outros enfoques e que são capazes de denunciar lacunas na visão do conteúdo construída pelos alunos. Desta forma, podemos arriscar dizer que a história levada para sala de aula é realmente objeto de colaboração, uma vez que provoca desequilíbrios (Castro, em elaboração).

Algumas formas de raciocínio, bem como certas questões e dúvidas, parecem ser engendradas como resultado de uma abordagem, que, se não chega a ser rigorosamente histórica, pelo menos apresenta-se como reconstrução legítima, nesse nível de ensino, já que confere ao objeto de estudo (o conhecimento científico) certo dinamismo nem sempre presente em abordagens que não levam em conta a produção do saber científico como um processo de construção.

Ao conhecer um pouco mais sobre o conteúdo em estudo, quando ainda não tinha sido formulado na forma acreditada como científica, o aluno transita com mais naturalidade e é capaz de buscar explicações num nível mais profundo, não se contentando com meras definições ou chavões. Desta forma, acreditamos ser a informação histórica geradora de mecanismos desinibidores que propiciam o evidenciamento de lacunas exatamente por encaminhar o raciocínio de uma maneira mais próxima da forma de pensar do aluno, de seu agir cotidiano, levando em conta causas, motivos, coerências e incongruências em suas conclusões e nas dos outros.

Não queremos dizer com isto que a história teria o condão de transformar a elaboração no plano da abordagem científica numa construção natural, o que de forma alguma acontece. A ciência é, sem dúvida, produto dos mais sofisticados da mente humana e tem características que lhe são inerentes e diferenciam o conhecimento científico do conhecimento comum. Contudo, a história propicia uma aproximação no plano da linguagem, das razões, dos motivos que vai facilitar a entrada no universo requintado da ciência, evidenciando a contribuição da história na compreensão dos mecanismos da própria ciência. O contato, ainda que limitado, com o conhecimento do processo de elaboração faz com que as características próprias ao saber científico apresentem-se com mais clareza para os alunos.

O processo de ensino reveste-se, então, das características do processo de investigação, passando a ser também uma busca interminável. Familiarizando-se com os mecanismos da ciência, o aluno adquire uma postura mais científica em relação à realidade, havendo, portanto, uma aproximação em nível metodológico entre o ensino da ciência e a pesquisa científica. O aluno passa a ter contato com os aspectos corriqueiros da comunidade científica, que muitas vezes são mascarados pela mistificação da ciência. Tomar conhecimento dos mecanismos de troca de informações entre pesquisadores, saber da ocorrência de inúmeras divergências ao longo da construção das idéias, ou seja, inteirar-se melhor dos mecanismos de produção de conhecimento científico, possibilita a necessária aproximação metodológica entre a ciência e o ensino dela.

Melhor dizendo, se existe um isomorfismo entre o processo de pesquisa científica e a aprendizagem significativa da ciência, e isto justifica a orientação do ensino através da mudança conceitual, o que impede a ocorrência desta mudança não é a simples existência das pré-concepções dos alunos, das construções naturais que eles empreendem e, sim, a existência de uma metodologia, falsa e superficialmente científica, inerente a estas concepções (GIL PEREZ; CARRASCOA, 1985).

A mudança de método, de postura e atitude em relação à ciência é condição *sine qua non* para a mudança conceitual e a construção significativa de conhecimentos científicos.

Ao longo da história da ciência as mudanças conceituais estão sempre ligadas a mudanças metodológicas, onde supera-se a tendência natural de generalizar acriticamente a partir de observações limitadas e não controladas, recuperam-se e analisam-se pensamentos divergentes e verificam-se hipóteses através de experimentos controlados.

A história da ciência empresta aos nossos cursos o espaço para discussão destes aspectos. O aluno obtém não apenas informações, mas, sobretudo, desenvolve atitudes. Quando num certo episódio registrado por nós, uma aluna quis verificar experimentalmente um fato do qual duvidava, ou mesmo em outro

episódio, no qual o aluno testou uma informação dada pelo professor (se ele (Celsius) marcou 100 graus para o ponto de ebulição da água, e este 100 é o mesmo que usamos hoje, então ele fez a experiência ao nível do mar), eles, os alunos, estão evidenciando uma mudança metodológica, uma mudança de postura frente ao conhecimento. Isto, em observações que fizemos em nossas pesquisas, se nem sempre resultou em construções significativas, sem dúvida indicam o início do atendimento de condições que são necessárias para futuras elaborações.

III.3 História da ciência e sala de aula: relação dialógica

Em vários momentos de um curso é possível identificar situações que revelem semelhanças de raciocínios, e construções que são encaminhadas sobre um eixo parecido, na história e no aluno. Esta utilização não tem a intenção ingênua de estabelecer paralelismos, já dissemos. Entretanto, parecem extremamente ricas para desvelar a construção do conhecimento científico como um trabalho de questionamento, de contraposição de idéias, de refinamento da visão de cada um sobre certos aspectos. A compreensão de certos conceitos não é algo imediato e revelado a partir de definições que trazem em seu bojo muito mais do que as palavras parecem significar.

O conceito de calor aparece como um bom exemplo disso. Dizer para o aluno que “calor é a energia transferida de um corpo para o outro em consequência de suas diferenças de temperatura” não significa inicialmente nada para o aluno. Não é mera informação capaz de preencher lacunas. É conclusão em nível explicativo, e uma conclusão que não lhe pertence, uma vez que outras coisas devem ser entendidas antes de se chegar a ela.

É claro também que não vamos pretender que nossos alunos repitam os mesmos passos trilhados pelos vários cientistas ao longo dos anos. Primeiro, porque nem sempre nossos alunos estão comprometidos ou envolvidos com a construção do pensamento científico da mesma forma que esses cientistas estiveram. Além disso, mesmo se também estivessem, não há tempo e nem porque repetir os mesmos passos, repassando cada detalhe. E isso também é característica inerente dos mecanismos de desenvolvimento do conhecimento científico. Kepler não precisou refazer as tabelas de Brahe para utilizá-las e Newton, como ele próprio afirmou, fez o que fez por se apoiar em ombros de gigantes.

Entretanto, o estabelecimento de um diálogo entre a construção do conhecimento pelo aluno e a construção do conhecimento na ciência ameniza a ansiedade de buscar o produto final, a fórmula mágica que tudo resolve ou a definição para ser realçada no caderno e memorizada. Nenhuma informação terá significado se não constituir real elaboração do sujeito que a utiliza.

Não ser alertado para o caráter dinâmico do conhecimento científico pode frustrar o aluno em relação à ciência e fazê-lo considerar-se incapaz de pensá-la e assumí-la enquanto forma legítima de encarar o mundo.

A abordagem histórica dos conteúdos científicos não é mero diletantismo. Talvez seja um dos caminhos eficazes para a desmistificação da ciência enquanto “assunto vedado aos não iniciados”, para a ruptura com uma metodologia própria ao senso comum e às concepções espontâneas e, para, finalmente, estabelecer uma ponte para as primeiras modificações conceituais. O conhecimento científico torna-se passível de reconstrução e a aprendizagem aproxima-se do que realmente deve ser: uma incansável perscrutação.

IV. Considerações finais

Nem todas as nossas questões foram respondidas. Algumas ainda se desdobraram em outras, abrindo ainda mais espaços para investigações futuras.

Nosso trabalho talvez seja, em sua simplicidade, passível de inúmeras correções e modificações, geradas por um aprofundamento que, inevitavelmente, deve ser empreendido. Apresenta-se, entretanto, como um ponto de partida válido: a partir dele podemos repensar nossa prática didática, a formação do professor, a elaboração de currículos e de atividades, fundamentadas numa análise mais consistente das interações cotidianas em sala de aula. Aprender é investigar, é construir. O erro é permitido e a imperfeição é legítima num processo de perseguição ao saber.

V. Referências

- ALVARENGA, B. A.; MAXIMO, A. R. L. **Curso de física**. São Paulo: Harbra, 1981. v. 2.
- BENSAUDE-VICENT. Paul Langevin: playdoyer pour l'histoire des sciences. **La recherche**. v. 137, p. 1474-1476, 1982.
- BERNAL, J. D. **Ciência na história**. Lisboa: Livros Horizonte, 1976. v. 1 e 3. (Coleção Movimento)
- BOYER, C. B. Early principles in calibrations of thermometers. **American Journal of Physics**, v. 10, n. 4, p. 176-180, 1942.
- BROWN, S. C. The caloric: teory of heat. **American Journal of Physics**, v. 18, p. 367-373, 1950.
- _____. Count Rumnford's concept of heat. **American Journal Physics**, v. 20, p. 331-334, 1952.
- BRUSH, S. G. The role of history in teaching of physics. **The Physics Teacher**, v. 7, n. 5, p. 271-280, 1969.
- CASTRO, R. S. Dissertação (Mestrado) – IFUSP/FEUPS, orientada por Anna Maria Pessoa de Carvalho. Em elaboração.

- CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. História da ciência: como e quando usá-la num curso de calor e temperatura para o segundo grau. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 9, 1991, p. 487-490. Atas.
- _____. La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura, Conferência Latino-Americana de Ensino de Física, 2, Caracas, Venezuela, 1991.
- CONANT, J. B. "History in the education of scientist". **American Scientist**, v. 48, n. 4, p. 528-543, 1960.
- GAGLIARD, R. Como utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias, **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988.
- GAGLIARD, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.
- GIL, D. P.; CARRASCOSA J. A. Science learning as a conceptual and methodological change. **European Journal of Science Education**, v. 7, n. 3, p. 231-236, 1985.
- HOLTON, G. **Introduction a los conceptos y teorías de las ciencias físicas**. Revisada e ampliada por S. G. Brush. Barcelona: Reverté, 1976.
- HOPE, E. **Historie de la physique**. Paris, 1928.
- LACOMBE, G. Pour l' introduction de l'histoire des sciences dans l'enseignement du second cycle. **ASTER –Recherches en didatique des Sciences Experimentales**, v. 5, p. 87-115, 1987.
- MAGIE W. F. **A source boock in physics**. New York, London: McGraw-Hill, 1935.
- PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento. Equilíbrio de estruturas Cognitivas**. Lisboa: Dom Quixote, 1977.
- ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto – Da relevância da História no ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, número especial, p. 7-22, 1988.
- ROLLER, D. **The early development of the concepts of temperature and heat – decline of the caloric theory**. Cambridge: Harvard University, 1950.
- ROWELL, J. A. Piagetian epistemology: equilibration and the teaching of science. **Synthese**, v. 80, p. 141-162, 1989.
- RESMODUC, J. L' histoire de la physique peut-elle éclairer les obstacles epistemologiques? **ASTER – Recherches en didatique des Sciences Experimentales**. v. 5, p. 117-141, 1987.
- SATIEL, E.; VIENNOT, L. "Que aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontaneo de los estudiantes?". **Enseñanza de las Ciencias**, p. 137-144, 1985.
- TATON, R. **História geral das ciências**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1959.