



Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências

ISSN: 1415-2150

ensaio@fae.ufmg.br

Universidade Federal de Minas Gerais

Brasil

Hülsendeger, Margarete J. V. C.

A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física

Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 9, núm. 2, 2007, pp. 1-16

Universidade Federal de Minas Gerais

Minas Gerais, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129516654005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

**A História da Ciência no ensino da Termodinâmica:
um outro olhar sobre o ensino de Física**

**The History of Science applied in the teaching of Thermodynamics:
the teaching of Physics from a different perspective**

Margarete J. V. C. Hülsendeger¹

Se a História fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina.

KUHN, 2000, p.19.

RESUMO

Este texto é uma reflexão crítica sobre elementos que emergiram de um projeto realizado em sala de aula, cuja proposta era analisar como a História da Ciência podia ser utilizada no ensino da Física para favorecer a aprendizagem dos conceitos estudados na Termodinâmica. Para que o projeto pudesse ser realizado, as atividades ocorreram num período aproximado de 120 dias e envolveram professores das áreas de Física, História e Redação e 30 alunos da 1ª. série do Ensino Médio de uma escola particular de Porto Alegre. Os dados foram obtidos a partir da realização de atividades pelos estudantes, aos quais foi solicitada uma pesquisa escrita sobre o surgimento e desenvolvimento da máquina a vapor, a leitura e interpretação de textos e a resolução de questões objetivas e dissertativas sobre os conceitos abordados em sala de aula. Os resultados obtidos demonstraram que a utilização da História da Ciência contribui significativamente para melhorar a compreensão dos conceitos abordados na Termodinâmica, tornando-se, então, uma ferramenta importante no entendimento dos fenômenos estudados na Física.

Palavras-chave: Termodinâmica, História da Ciência, Ensino Médio.

ABSTRACT

This article is a critical reflection over the elements which emerged from a classroom project. The project aimed at analyzing how the History of Science could be used in the teaching of Physics so as to facilitate the learning of the concepts of Thermodynamics. In order to make the project possible to be held, activities took place within an estimate period of 120 days and involved the Physics, the History and the Composition teachers, as well as 30 students from the first grade of high school (9th year of education) from a private school in Porto Alegre – Brazil. Data were collected through activities accomplished by students, who were asked to make a written research about the invention and the development of the steam power, to read and to interpret texts and also to solve subjective and objective questions about the concepts dealt with. The results show that the use of History of Science contributes significantly to improve the understanding of the concepts of Thermodynamics, becoming then an important tool to understand the phenomena studied in Physics.

Key-words: Thermodynamics, History of Science, High School.

¹ Professora titular do Colégio Israelita Brasileiro e Colégio João XXIII. hulsendeger@gmail.com

Introdução

Negar a complexidade dos conceitos físicos e a dificuldade da maioria dos alunos em compreender esses conceitos é, além de ingenuidade, desconhecer a realidade atual do ensino da Física. Em outras palavras:

O conhecimento englobado pela física forma um corpo articulado de modo complexo, e parte da dificuldade de se ensinar essa disciplina advém do fato de não reconhecermos ou considerarmos essa complexidade em toda a sua extensão. Ao tratarmos de modo simplificado um corpo de conhecimento que é muito complicado e repleto de sutilezas, podemos acabar por fazer com que ele se torne ininteligível aos estudantes (ROBILOTTA, 1988, p.9).

Como, então, evitar que esses conceitos se tornem ininteligíveis para o aluno?

Um caminho possível e, atualmente, largamente defendido, seria vincular os conceitos trabalhados em sala de aula ao contexto histórico no qual surgiram. Contudo, mesmo parecendo uma tarefa simples, sua aplicação não é destituída de dificuldades, pois, para muitos alunos, História e Física são duas coisas totalmente diferentes, não guardando entre si qualquer tipo de relação. O conhecimento, para eles, é compartimentado, dividido, e a resistência em juntar as partes e enxergar o todo é muito grande: História é História, Física é Física, tudo em gavetas incomunicáveis.

Portanto, neste texto apresenta-se uma reflexão crítica sobre alguns elementos que emergiram de um projeto realizado em sala de aula, cuja proposta era analisar como utilizar a História da Ciência no ensino de Física para favorecer a aprendizagem dos conceitos estudados na Termodinâmica. Para concretizar esse projeto, as atividades ocorreram num período aproximado de 120 dias, envolvendo professores das áreas de Física, História e Redação e 30 alunos da 1^a. série do Ensino Médio de uma escola particular de Porto Alegre.

As atividades sugeridas incluíam a realização de uma pesquisa escrita sobre o surgimento e desenvolvimento da máquina a vapor, leitura e interpretação de textos e resolução de questões objetivas e dissertativas sobre os conceitos abordados em sala de aula. Em todas essas atividades procurou-se valorizar, por meio de debates e discussões, as informações reunidas e, ao mesmo tempo, as idéias abordadas na Termodinâmica. Também se buscou, ao longo das atividades propostas, questionar essa visão linear e acabada da Ciência, em especial da Física, mostrando-a como uma construção humana, procurando, com isso, atribuir um maior significado às idéias por ela discutidas.

Dificuldades no ensino da Física

A opção por abordar junto aos alunos as contribuições da História da Ciência esteve embasada na crença de que esse seria um caminho que poderia provocar mudanças realmente significativas na sala de aula. Do mesmo modo, poderia tornar-se uma maneira de auxiliar o aluno a compreender como o conhecimento científico é construído, superando a idéia de a Ciência, em especial a Física, ser apenas um amontoado de equações sem sentido que precisam ser decoradas (ROBILOTTA, 1988; GAGLIARDI, 1988; MATTHEWS, 1995; CARVALHO e PÉREZ, 2000, PEDUZZI, 2001).

No entanto, o que se observa hoje na sala de aula é o predomínio de uma concepção de Ciência baseada na idéia de cumulatividade e linearidade das teorias e leis que, gradualmente, vão sendo apresentadas aos alunos, desconhecendo-se conceitos como “ciência normal” ou “revolução científica” (KUHN, 2000). Assim, os alunos são mantidos imobilizados em suas classes, despejando-se, aula após aula, conceitos e equações matemáticas, na maioria das vezes totalmente desvinculados do contexto no qual surgiram. Não se questiona, com muita freqüência, se tudo aquilo tem algum significado para o aluno; afinal, aquilo é a Física, o grande *bicho papão* do Ensino Médio.

Assim, sem ter-se muita consciência disso, planta-se na mente dos alunos idéias de verdades universais ou de que o erro e a incerteza não têm lugar na Ciência, quando é justamente o contrário. O pesquisador erra, engana-se, mas também se questiona, e é dessa forma que o conhecimento é construído. Porém, isso raras vezes é dado a saber ao aluno, tirando-lhe a oportunidade de compreender que é na tentativa da correção de seus erros que ele também poderá crescer e aprender bem mais. Da mesma forma existe uma tendência de apresentar os conteúdos sem considerar o seu desenvolvimento. Apresenta-se a Ciência como se fosse algo pronto, acabado, em que o cientista surge como uma figura quase mitológica, com respostas para todas as dúvidas, sem incorrer em erros ou passar por dificuldades.

Acrescidas a essas dificuldades, encontram-se as próprias concepções dos professores, que, se não são bem compreendidas, podem vir a se tornar mais uma fonte de problemas no ensino e na aprendizagem da Física. Segundo Borges,

Todo professor constrói significados da prática docente durante sua formação ou mesmo antes de definir-se profissionalmente, pelos exemplos dos seus mestres. Também constrói outros significados que resultam de experiências continuadas sobre os mais variados aspectos presentes num currículo, como conteúdos, habilidades, metodologia e critérios (BORGES, 2000, p.216-217).

Assim, alguns professores investem, por exemplo, nas atividades experimentais como uma forma de aproximar o aluno do chamado saber científico, tentando, em suas práticas, reproduzir situações que possibilitarão visualizar e, conseqüentemente, entender os fenômenos que estão sendo estudados. Na prática, no entanto, observa-se que, muitas vezes, essas atividades acrescentam pouca coisa à compreensão das idéias estudadas pela Física.

As aulas experimentais às vezes tornam-se aulas de culinária, nas quais o aluno recebe uma receita e deve segui-la, tentando chegar a resultados muito raramente colocados para discussão, na busca de possíveis soluções ou esclarecimentos sobre o observado. Além disso, algumas vezes esquece-se que a transposição para a teoria não é uma tarefa simples, ao contrário, demanda grande complexidade, exigindo muita maturidade e envolvimento. Segundo Thuillier, “os estudantes, de fato, freqüentemente fazem experimentações sem perceber a enormidade do trabalho que foi necessário para elaborar as noções e os instrumentos que utilizam. Naturalmente, acabam acreditando que aquilo é ‘evidente’[...]” (1994, p.10).

Dessa maneira, apesar de não se poder ignorar a importância da experimentação no estudo dos fenômenos físicos, não se deve acreditar que se aprenderá Física, ou qualquer ramo da Ciência, por meio de atividades experimentais do tipo receita. Em outras palavras, “Aprender ciências é mais que isso, implica praticar ciências e essa prática resulta numa atividade reflexiva” (ROSITO, 2000, p.202). Assim, dentro desse contexto que torna o ensino da Física uma atividade extremamente complexa, pois lida com dois tipos de objeto – o real e o científico –, estão o professor e o aluno. E, mesmo que o aluno venha a dominar alguns dos elementos técnicos do conteúdo da Física em geral, muitas vezes, compreende pouco a sua origem e o que é a Física enquanto disciplina (ROBILOTTA, 1988).

Entretanto, a idéia que hoje se defende, para se tentar superar essas e tantas outras dificuldades, é a de se procurar dar mais sentido aos conceitos físicos abordados em sala de aula. Nesse aspecto, a História da Ciência pode tornar-se uma forma de introduzir modificações no ensino da Física, já que ela cria “um significado para as informações aprendidas, desmistifica a ciência como um conhecimento para poucos eleitos, com perfis e capacidades muito diferenciadas” (DELIZOICOV *et al.*, 2002, p.145).

Logo, se houver uma preocupação em lançar um olhar, mesmo breve, sobre a História da Ciência, seria possível perceber o quanto a compreensão da história das idéias pode auxiliar a entender como a construção do conhecimento é complexa e não livre das mais diferentes interferências. Do mesmo modo, esse olhar permitiria ver a Física não como um amontoado de equações ou fórmulas, mas como uma fração do conhecimento humano que, fazendo parte do nosso dia-a-dia, tem importância relevante para a forma como percebemos e compreendemos o mundo à nossa volta.

Portanto, todo trabalho que será descrito a partir daqui objetivou não só abordar os conceitos termodinâmicos, mas também compreender o contexto histórico no qual eles se desenvolveram. Em outras palavras, procurou-se inserir essas idéias em sua realidade histórica, apresentando-as não como algo dissociado da sociedade na qual surgiram, mas, ao contrário, fazendo parte dela. Porém, a passagem do discurso para prática nem sempre é uma tarefa simples, principalmente quando um dos problemas a serem superados é a falta de contextualização dos conceitos trabalhados em sala de aula. E o grande desafio desse projeto esteve em encontrar formas de envolver e motivar os alunos para que esses objetivos pudessem ser alcançados.

Construindo atividades significativas

As atividades aplicadas aos alunos, no decorrer do projeto, foram elaboradas na forma de unidades de aprendizagem ou unidades didáticas. Essa forma de organização curricular é definida por Gonzáles como

[...] um conjunto de idéias, de hipóteses de trabalho, que inclui não só os conteúdos da disciplina e os recursos necessários para o trabalho diário, senão também metas de aprendizagem, estratégias que ordenem e regulem, na prática escolar, os diversos conteúdos de aprendizagem (GONZÁLES 1999, p.18).

O objetivo da unidade de aprendizagem é confrontar o aluno com seu próprio conhecimento, buscando, progressivamente, uma maior consistência nos questionamentos e, por conseqüência, nas argumentações. As atividades são planejadas para que o aluno possa desenvolver novas formas de interação com as situações de ensino como, por exemplo, relacionar o novo conhecimento com os anteriores, revisar conceitos e compartilhar aprendizados.

A unidade de aprendizagem elaborada para esse trabalho teve entre seus objetivos o de auxiliar o aluno a:

- I. compreender quais os fatores (sociais, econômicos, políticos) que, no final do século XVIII, contribuíram para o surgimento da máquina a vapor;
- II. entender a relação entre o aperfeiçoamento da máquina a vapor e o desenvolvimento dos conceitos termodinâmicos; e
- III. compreender como se desenvolveram os princípios físicos que regem a Termodinâmica, em especial, o Segundo Princípio.

Além desses objetivos, associados ao conteúdo desenvolvido em sala de aula, também se pretendeu:

- I. desenvolver a capacidade dos alunos de trabalharem em equipe;
- II. favorecer a capacidade de leitura e interpretação de textos;

do processo ensino-aprendizagem; e

- IV. auxiliar os alunos a estabelecerem relações entre as diferentes disciplinas do currículo escolar.

Assim, para que esses objetivos pudessem ser atingidos estruturou-se uma atividade que seria uma espécie de fio condutor de todo o projeto. Ela deveria reunir alguns aspectos importantes, como pesquisa, escrita, discussão, crítica, contextualização, compreensão dos fenômenos físicos e apresentação dos resultados. Optou-se, então, pela realização de uma pesquisa escrita na qual dois grandes focos ou temas deveriam ser abordados:

I. A Primeira Revolução Industrial

- a. Causas.
- b. Conseqüências.

II. Máquina a Vapor

- a. Desenvolvimento: dos gregos a James Watt.
- b. Relação com a 1^a. Revolução Industrial.

Para auxiliar os alunos na elaboração do material escrito optou-se por uma redação na forma de síntese ou resumo, assunto a ser desenvolvido pela professora de Redação, antes mesmo de eles iniciarem a pesquisa. Deixou-se claro que seria valorizada a redação própria e não a cópia. Do mesmo modo, agendou-se uma data para que esses trabalhos pudessem ser apresentados, não só na forma escrita, mas também na oral, momento no qual todos teriam a oportunidade de compartilhar o que pesquisaram, e, principalmente, o que aprenderam.

Simultaneamente a essa atividade de pesquisa, iniciou-se um trabalho de sondagem, na disciplina de Física, por meio de aulas dialogadas. O objetivo era saber o que os alunos já conheciam do assunto e de que forma se poderia aproveitar esse conhecimento para desenvolver os conceitos tratados na Termodinâmica. Além disso, havia a finalidade de gerar uma problematização, visando a criar um ambiente de discussão no qual eles pudessem construir gradativamente alguns conceitos fundamentais da Termodinâmica. Entre as questões discutidas pode-se citar:

1. QUAL O CONCEITO QUE O ALUNO TINHA SOBRE TRABALHO?
2. ONDE TRABALHO PODE SER REALIZADO?
3. O QUE É NECESSÁRIO OCORRER PARA QUE HAJA REALIZAÇÃO DE TRABALHO?
4. O QUE SÃO MÁQUINAS TÉRMICAS?
5. QUAIS SERIAM EXEMPLOS DE MÁQUINAS TÉRMICAS?
6. QUAIS SÃO AS DIFERENÇAS DAS MÁQUINAS TÉRMICAS PARA AS DEMAIS MÁQUINAS?
7. O REFRIGERADOR É UMA MÁQUINA TÉRMICA?

Do mesmo modo, o professor de História também passou a aplicar atividades cujo propósito era desenvolver um espírito crítico em relação às diferentes visões de

mundo. Em sua primeira aula, apresentou o trabalho na forma expositiva dialogada, entregando aos alunos um resumo da sua proposta, com o seguinte título: REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: MUDANÇA NA CIÊNCIA, MUDANÇA NA POLÍTICA, MUDANÇA SOCIAL E NOVA VISÃO DE MUNDO. Essa proposta foi lida por uma aluna, sendo paulatinamente discutida pela turma e pelo professor. Foi colocada em evidência, nessa discussão, a relação entre o advento da Modernidade e o fim da chamada Idade Média, sendo ressaltadas as diferenças de pensamento entre esses dois períodos.

Assim, os assuntos foram desenvolvidos e estruturados, procurando-se intercalar aulas expositivas dialogadas – nas quais conceitos mais complexos, como o de trabalho termodinâmico, iam sendo explicados – com aulas nas quais os alunos tinham a tarefa de desenvolver sua capacidade de avaliação e crítica, aplicando o que estava sendo discutido em sala de aula e emergindo em sua pesquisa.

Como a preocupação de todo o trabalho era o de auxiliar o aluno a contextualizar tudo aquilo que estava sendo estudado no domínio da Termodinâmica, foram trazidos alguns textos para leitura e discussão¹. Esses textos foram o ponto de partida para desenvolver muitos dos conceitos termodinâmicos. Nessas ocasiões os alunos reunidos em grupos leram, interpretaram, formularam questões sobre aquilo que haviam compreendido, pesquisaram sobre conceitos novos que apareciam no texto, identificaram personagens antes desconhecidos e procuraram entender suas influências sobre essa teoria. Os debates, muitas vezes, começavam na aula de Física e terminavam na de História.

Do mesmo modo, sempre que possível eram sugeridas tarefas que permitissem aos alunos buscar as respostas sozinhos, e sempre com o compromisso de apresentá-las aos seus colegas. Foi assim, por exemplo, com uma atividade de pesquisa sobre as transformações gasosas. Organizou-se a aula de forma que os alunos, reunidos em grupos, recebessem uma única transformação para pesquisar, devendo ao final expor ao restante da turma o que haviam compreendido. Houve, portanto, uma troca de conhecimentos, permitindo uma interação maior do aluno com o conteúdo que estava sendo trabalhado. Por essa razão, esse mesmo tipo de trabalho também foi desenvolvido na disciplina de História, em momentos cujo objetivo era auxiliar aos alunos avançarem na pesquisa que estavam realizando sobre a Revolução Industrial e a Máquina a Vapor.

Todas essas atividades procuraram desenvolver a autonomia e a capacidade de pesquisar, pois os alunos buscavam, na maioria das vezes, as informações necessárias sem a tutela constante do professor. Além disso, buscou-se desenvolver uma consciência mais crítica sobre os assuntos que estavam sendo abordados nas disciplinas de Física e História, conferindo a esses temas um caráter mais dinâmico.

¹ Um dos textos utilizados foi retirado do livro de: GONÇALVES FILHO, Aurélio e TOSCANO, Carlos. Física e Realidade – volume 2/Física Térmica e Óptica São Paulo: Scipione, 2002. p.189-

Portanto, o trabalho procurou, na medida do possível, auxiliar o aluno a colocar os conceitos estudados em seu meio intelectual e espiritual, interpretando-os em função dos hábitos mentais, das preferências e das aversões de seus autores (KOYRÉ, 1991).

Analisando o trabalho

A Termodinâmica é o ramo da Física que estuda as relações entre duas formas de energia: calor e trabalho. Procura responder perguntas como: quanto calor é necessário fornecer a um corpo para aumentar sua temperatura? Como se pode realizar trabalho, produzir energia, a partir do calor?

Porém, a Termodinâmica não tem sua origem no desenvolvimento e difusão do conhecimento científico, isto é, no estabelecimento de teorias prévias ou de postulados científicos; ao contrário, sua origem está na invenção e aperfeiçoamento do que se denomina máquina térmica.

Auxiliar o aluno na compreensão dessas questões exige uma constante retomada de idéias para que ele possa estabelecer conexões entre o que pesquisa e o que trabalha em sala de aula. Entretanto, uma das dificuldades enfrentadas foi conseguir que os alunos relacionassem o que era dito na aula com o que pesquisavam fora dela. Para a maioria, eram duas coisas totalmente diferentes, estanques. Essa situação ficou bastante clara quando um dos alunos declarou não conseguir ver com clareza a influência da máquina a vapor dentro do contexto histórico, enquanto, outro afirmou entender o que estava sendo explicado em aula, mas não enxergava as relações disso com o aperfeiçoamento da máquina a vapor.

Pode-se, então, perceber que estabelecer conexões não é uma fácil ou simples tarefa, principalmente quando o conhecimento se apresenta ao aluno numa forma tão fragmentada e até mesmo desconexa. Segundo Paviani, “o esforço de pensar consiste em entrelaçar os elos do conhecimento uns nos outros. Ajustá-los. Isso requer, além de condições racionais, capacidade de perceber, de imaginar. Não é uma tarefa fácil” (2003, p.34).

Entretanto, apesar das dificuldades, deve-se insistir nessas conexões para auxiliar o aluno a compreender que

Embora complexa, a realidade é una, uma vez que todos os seus aspectos são interdependentes, não têm significado próprio e sim no contexto de que fazem parte. Conseqüentemente, o conhecimento é unitário e as diversas ciências se prendem umas às outras por vínculos de profunda afinidade (LÜCK, 1995, p.65).

Assim, quando em outro momento do trabalho discutiu-se com os alunos que a primeira lei da Termodinâmica foi posterior à construção das primeiras máquinas, pôde-se explicar que, se por um lado o desconhecimento dessas leis não impediu a sua

construção, por outro talvez tenha dificultado o entendimento dos processos que explicavam o seu funcionamento. Aproveitando e valorizando um trabalho de pesquisa que estavam realizando, foi possível argumentar que, apesar de a Física ser apresentada nos livros como uma coisa bonita, perfeita e linear, na realidade ela não é “feita” desse jeito. Em outras palavras, “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” (CASTRO; CARVALHO, 1992, p.231).

E qual seria o propósito desse tipo de trabalho, dentro do contexto da Física e, conseqüentemente, dos fenômenos termodinâmicos? Construir, por exemplo, junto com os alunos, o conceito de energia interna e sua relação com a temperatura.

A idéia do que seja energia interna é um daqueles conceitos “complicados” da Termodinâmica, pois não pode ser medido diretamente e deve-se conhecer um pouco do comportamento da estrutura molecular. Assim, o aluno se vê diante de um conceito abstrato e, portanto, de difícil compreensão e até de aceitação.

Contudo, a inserção desses conceitos dentro do contexto histórico e social no qual eles surgiram, realizando constantes paralelos entre o abstrato – conceito de energia – e o concreto – funcionamento de uma máquina –, de alguma forma auxiliou os alunos a estabelecerem essas relações, principalmente porque, concomitantemente a isso, estavam realizando uma pesquisa que exigia a compreensão dessas idéias. A importância de se estabelecer relações ficou evidenciada no comentário de uma das alunas participantes do trabalho:

Apesar de o trabalho ter sido extenso, eu acho que se ele tivesse sido fragmentado, um grupo não iria aprender uma parte direito. Por exemplo, se tu tivesses dado um trabalho sobre Termodinâmica e dividido, o meu grupo poderia entender o Primeiro, mas não iria conseguir entender o Segundo Princípio. Sem contar que esse ramo da Física surgiu pela evolução da máquina, então a primeira parte é mais teórica.

Da mesma forma, chamar a atenção para a idéia de que, na história do progresso dessas máquinas, a não-compreensão desses conceitos levou à ocorrência de incidentes e equívocos, mas também permitiu que pudessem relacionar a teoria científica com a tecnologia empregada. Isso ficou evidente quando uma aluna afirmou que o trabalho tornou-se interessante, pois permitiu entender como a máquina, que estava sendo estudada em sala de aula, surgiu e se desenvolveu. Nas suas palavras: “Deixou o assunto mais claro, mais compreensível”.

Do mesmo modo, é interessante registrar, por exemplo, que muitos alunos se surpreenderam quando souberam que já existia um protótipo da máquina a vapor na Antigüidade², pois acreditavam que a primeira máquina a vapor teria sido a de James

Watt. Ficaram ainda mais surpresos quando foram gradualmente percebendo que as máquinas térmicas foram desenvolvidas na base da tentativa e do erro, fazendo-se ajustes, introduzindo-se melhorias e aperfeiçoando-se os sistemas. Ao final da pesquisa, um aluno, durante a apresentação do trabalho, chegou a afirmar que: “*James Watt não havia inventado nada, como diziam os livros, mas aperfeiçoado*”, segundo ele, essa idéia, existente já na Antigüidade, “*não foi adiante devido a uma visão de mundo diferente*”.

Porém, para a grande maioria dos alunos, a Ciência continua sendo

[...] para poucos gênios privilegiados que acertam sempre. Nem de longe contempla o aspecto da construção, os erros, as concepções superadas, e a própria noção de modelos. É a história dos ‘gênios’ vencedores. Essa distorção limita a compreensão do mundo que nos cerca, baseado fortemente em argumentos científicos, o que leva o indivíduo a viver em um ‘mundo mágico’ (TEODORO; NARDI, 2001, p.58).

Por essa razão, é importante que o aluno tenha a oportunidade de compreender melhor esses aspectos que fazem da Ciência uma construção verdadeiramente humana, pois assim os conceitos abordados em sala de aula passarão a ter mais sentido. Ele começará, então, a perceber que essas idéias estavam associadas a todo um trabalho realizado, não por uma única pessoa, mas por várias que, ao longo da História, buscaram as respostas aos inúmeros questionamentos propiciados pela Ciência. Terá a oportunidade de conhecer o desenvolvimento de idéias e conceitos, podendo entender que nada está realmente pronto, mas sim em constante construção/reconstrução. E que ele, o aluno, também pode se tornar parte disso, saindo do papel de mero espectador para tornar-se agente/ator nesse processo de elaboração e construção do conhecimento.

Mas voltando à Termodinâmica e às conexões possíveis com a História da Ciência ou com a História das Idéias, chega um momento em que se torna necessário começar a abordar os conceitos relacionados com a segunda lei da Termodinâmica. Esse estudo geralmente é considerado pelos os alunos, além de difícil, muito “*chato*”, pois representa apenas a apresentação de novas equações sem muito significado. Então, como em tantas outras situações de aprendizagem na sala de aula, “o aluno enfrenta um ‘pseudo-problema’, já que não se sente envolvido na sua solução, de forma que o resultado obtido lhe é indiferente, tendo pouco significado para ele e, logicamente, não fazendo sentido algum” (POZO; CRESPO, 1998, p.74).

O que alguns professores não percebem é que o estudo da segunda lei poderia tornar-se menos “chato” se fosse dada uma maior importância ao papel desempenhado pelos homens que ajudaram a construir a história da Termodinâmica. Esse poderia se constituir em um caminho para se tentar superar as dificuldades e compreender melhor não só as equações, mas também a lei propriamente dita. Essa situação se confirma

o porquê dele (Watt) ter modificado a máquina separando os dois cilindros. Eu lembrava do problema do desperdício de energia, e o porquê das outras máquinas não terem um rendimento maior que a do Watt”.

Com tal situação posta, o que pode ser feito?

Essa não é uma pergunta fácil, nem a resposta é simples, mas uma coisa é certa: muito do que é discutido em sala de aula não se ajusta ao mundo no qual o aluno vive, pouco tendo a ver com ele. Mesmo quando se procura estabelecer analogias ou utilizar exemplos concretos, não se pode ser ingênuo a ponto de acreditar que essas idéias sejam naturais ou fáceis de serem percebidas. No entanto, na maior parte do tempo, ensina-se como se fosse esse o caso, tratando as dúvidas dos alunos como se fossem ilegítimas. Nesse aspecto, outro aluno, quando questionado sobre as suas dificuldades, explicou: *“no trabalho escrito e depois na apresentação não colocamos muito a Física, pois quando a gente ia ler como as máquinas funcionavam não conseguíamos entender quase nada”*. Portanto, não se espere que os alunos percebam conexões entre os conteúdos de uma hora para outra, pois, infelizmente, não é assim que as coisas acontecem.

Assim, quando no decorrer do projeto se questionou os alunos sobre a validade desse trabalho para a compreensão dos fenômenos físicos tratados na Termodinâmica, as opiniões se dividiram. Parte deles, apesar de acharem o trabalho interessante, principalmente a tarefa de ter que produzir um texto *“mais elaborado”*, não via a Física no contexto da pesquisa. Já outros, aparentando ter uma visão mais clara da proposta, chegaram a afirmar que *“se a gente lembra da máquina, entende as leis da Termodinâmica”*, e que tudo se relaciona não só à pesquisa propriamente dita, mas também aos assuntos que estão sendo desenvolvidos em aula.

Entretanto, talvez seja possível minimizar esse problema se insistirmos nas relações entre o que é discutido em sala de aula e tudo aquilo que a História da Ciência pode nos ensinar. Foi o que reconheceu uma aluna. Para ela:

A gente ultrapassou os nossos limites. Eu, por exemplo, nunca ia imaginar que conseguiria fazer um trabalho com as minhas palavras. Eu cresci, me fez ultrapassar aquelas idéias que eu tinha. É legal ir aumentando o nível de dificuldade, como fazer o trabalho com aquelas regrinhas [ABNT]. Deu um trabalhão.

Portanto, é essencial que se compreenda o quanto essas relações podem auxiliar o aluno a perceber que tudo se relaciona: Física, História, conceitos, idéias e aqueles que as pensaram. E, quem sabe, trazer para dentro da Física a história das idéias não seja um caminho para melhorar esta percepção? Afinal, *“Não há problema, nem sequer matemático, que não se desenvolva dentro de um contexto histórico”* (PAVIANI, 2003, p.93).

Considerações Finais

O que até aqui foi exposto permite que se questione a validade dos métodos geralmente empregados para o ensino da Física no Ensino Médio. Há necessidade de uma mudança metodológica que possibilite ao aluno uma compreensão maior dos fenômenos abordados na disciplina e, como consequência, um maior envolvimento com a dinâmica da sala de aula. Por essa razão, um dos aspectos mais interessantes e fascinantes do trabalho com a História da Ciência é a possibilidade do aluno entrar em contato com diferentes visões de mundo. Essa aproximação permite que se perceba a história humana como uma teia de relações extremamente complexa.

Assim, neste trabalho, observaram-se muitos alunos começando a romper com a visão ingênua de que a máquina a vapor “surtiu do nada”, passando a compreender que ela, como qualquer outro produto do conhecimento humano, é o resultado do esforço e da pesquisa, não de uma única pessoa, mas de várias ao longo do tempo. Segundo um aluno, esse trabalho foi *“uma oportunidade de ficar sabendo coisas que a gente não tinha nenhuma idéia e de entender melhor muitas coisas. A gente teve sorte”*.

Da mesma forma, outro aluno também reconheceu que, ao pesquisar e ler os textos oferecidos durante as aulas, pode compreender melhor a relação existente entre as leis da termodinâmica e o desenvolvimento das máquinas térmicas. Compreendeu inclusive, que *“os homens, mexendo na máquina, descobriram coisas importantes e que influenciaram bastante nas leis da termodinâmica e até criou algumas”*.

Portanto, essas falas são exemplos da idéia de que, enquanto para o aluno a familiarização com os mecanismos da ciência pode permitir-lhe adquirir “uma postura mais científica em relação à realidade, havendo, portanto, uma aproximação em nível metodológico entre o ensino da ciência e a pesquisa científica” (CASTRO; CARVALHO, 1992, p.233), para o professor poderá tornar-se um lugar no qual ele irá buscar “inspiração para definir conteúdos essenciais, seqüências de conteúdos, atividades de ensino (incluindo aulas práticas), exemplos, perguntas e problemas a serem estudados pelos alunos etc.” (BASTOS, 2001, p.46).

Além disso, ao entrar em contato com outras realidades, o aluno passa a compreender melhor a sua própria e a percebê-la como parte de um contexto maior e mais complexo. É o pensamento “ecologizante” de Morin:

O desenvolvimento da aptidão para contextualizar tende a produzir a emergência de um pensamento “ecologizante”, no sentido em que situa todo o acontecimento, informação ou conhecimento em relação de inseparabilidade com seu meio ambiente – cultural, social, econômico, político e, é claro, natural (MORIN, 2002, p.24-25).

Alguns professores não veriam nenhum sentido numa discussão desse tipo quando se trata de abordar fenômenos físicos, pois acreditam que é possível ensinar Física sem fazer referência ao processo de produção do conhecimento. No entanto, isso pode ser considerado um equívoco se tivermos a consciência de que “Ao fazermos isso, estamos implicitamente apresentando o conhecimento físico como se ele fosse totalmente objetivo. A pretensão a essa objetividade absoluta está na origem de um dos mitos mais persistentes acerca da Física” (ROBILOTTA, 1988, p.13).

Portanto, abrir espaço para esse tipo de discussão é essencial para quem deseja auxiliar na formação de sujeitos conscientes, críticos e questionadores. Pois, oportunizando-se ao aluno o questionamento, a Ciência deixa de ser vista por ele como uma série de verdades imutáveis e indiscutíveis, ignorando, na maioria das vezes, que “somente pode ser científico o que for discutível. A ciência tem compromisso iniludível de ser crítica e criativa” (DEMO, 2000, p.21). E como essa visão da Ciência se torna importante! Sem ela, a aula de Física, ou de qualquer área do conhecimento, passa a ser o lugar onde deuses são gerados no imaginário do aluno. Lugar onde não há espaço para o cinza, mas somente para o preto ou o branco, o certo ou o errado, o bom ou o mau.

Novamente, questões de grande relevância para que se possa começar a compreender que a Ciência não é baseada apenas em acertos e erros, ou em idéias mais ou menos atrasadas, mas que são visões construídas em contextos diferentes e como tais devem ser analisadas. Afinal, “Teorias obsoletas não são acientíficas em princípio, simplesmente porque foram descartadas” (KUHN, 2000, p.21).

Mas essa é uma idéia que, para os alunos, ainda não está suficientemente clara. Para eles, a idéia de atraso, de inferioridade de uma cultura em relação a outra, de uma época em relação a outra, é muito forte: não investir em tecnologia, quando se tem “*a faca e o queijo na mão*”, só pode ser burrice, ignorância ou coisa pior. Para eles é difícil compreender que, em épocas diferentes, as necessidades e objetivos podem ser diferentes. Daí a necessidade de discussões e debates nos quais seja possível contextualizar o conhecimento, mostrando os vínculos com a realidade social na qual ele foi estruturado. Isso talvez auxiliasse o professor a compreender melhor algumas perguntas feitas pelos alunos, como a realizada por uma aluna, em um dos momentos em sala de aula, que, não conseguindo entender por que os gregos, mais especificamente Heron de Alexandria, não levaram adiante um protótipo de máquina térmica, questionou se seria “*porque eles não queriam evoluir?*”.

Assim, é preciso esclarecer que nem sempre o considerado natural numa época, o será em outra, não representando necessariamente atraso ou ignorância, mas distintas visões de mundo. Torna-se, portanto, essencial que o aluno compreenda que “Hipóteses e teorias do passado, embora possam parecer esquisitas e incoerentes nos dias de hoje, eram perfeitamente lógicas diante de conhecimentos e visões de mundo disponíveis em suas respectivas épocas” (BASTOS, 2001, p.46).

Mas, e a Física? Onde está?

Para Castro e Carvalho,

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 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 (CASTRO; CARVALHO, 1992, p.232).

Durante todas as discussões, observou-se que a maioria dos alunos esteve atenta, fazendo intervenções, questionando, ajudando a tornar mais claros os mais diferentes conceitos. Nesse processo, os alunos compreenderam, por exemplo, que o comodismo observado na visão grega era resultado da idéia de que, para o homem dessa época, o destino ou o futuro já estava decidido, não se podia fugir disso, portanto o conceito de progresso, e também o de máquina, não tinham sentido.

Mas, como nos alerta Bachelard, para o espírito científico “Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído” (2001, p.18). E não sendo evidente, cabe ao professor abrir o debate para que o aluno tenha a oportunidade de questionar e, assim, alcançar maior compreensão dos contextos em que os conceitos abordados na Física (ou em qualquer área do conhecimento) foram construídos e se desenvolveram.

O reconhecimento dessa realidade levou uma das alunas a comentar que, apesar das dificuldades, o trabalho permitiu que se relacionasse “*uma matéria com a outra, um assunto com o outro. E isso é para o resto da vida, a gente sempre vai ter de saber relacionar uma coisa com a outra, não é só Física, ou só História, misturou e eu achei isso interessante*”. E, ao “misturar-se” algo que nunca esteve separado, a não ser em nossas mentes e nos livros escolares, foi possível uma maior compreensão dos fenômenos que estavam sendo tratados em sala de aula, adquirindo um maior sentido e, por que não?, colorido no imaginário do aluno.

Assim, esse projeto não só favoreceu a compreensão das dificuldades que os homens de ciência, em todos os tempos, tiveram que ultrapassar para terem suas idéias aceitas dentro de um determinado contexto histórico, mas também auxiliou o aluno a compreender suas próprias dificuldades. Ou seja, a História da Ciência também pode “[...] incrementar a cultura geral do aluno, admitindo-se, neste caso, que há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais que ocorrem na história do pensamento científico [...]” (PEDUZZI, 2001, p.158).

E mesmo que as dificuldades de se implementar esse tipo de trabalho sejam inúmeras, causando, muitas vezes, desânimo frente a elas, é importante ressaltar o papel dos professores, não só os de Física, na exploração das diferentes possibilidades

de utilização da História da Ciência. Devemos preocupar-nos em oferecer ao aluno a oportunidade de desenvolver um olhar crítico em relação à realidade que o cerca e em relação a si, superando-se a idéia de uma Ciência “senhora da verdade”, proprietária de saberes inquestionáveis e absolutos.

Portanto, ao longo do projeto, constatou-se que o trabalho com a História da Ciência pode se tornar uma ferramenta importante para auxiliar o aluno não só na compreensão dos fenômenos estudados na Física, mas principalmente uma forma de possibilitar o entendimento de que todo o conhecimento está interligado, e que a divisão instaurada pelas disciplinas é mera ilusão, podendo, com algum esforço, ser superada. E ao acreditar – o aluno – que não existe uma única verdade, estará mostrando-se pronto para vivenciar e exercitar o espírito científico, admitindo o questionamento e a crítica.

Referências

BACHELARD, Gaston. *A Formação do Espírito Científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. 3. ed. São Paulo: Contraponto, 2001.

BASTOS, Fernando. História da Ciência e Pesquisa em Ensino de Ciências. In: NARDI, Roberto (org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. Educação para ciência, 2.v. São Paulo: Escrituras, 2001.

BORGES, R. M. R. Repensando o Ensino de Ciências. In: MORAES, Roque (org.). *Construtivismo e Ensino de Ciências*: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

CASTRO, Ruth Schmitz de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. História da Ciência Investigando como usá-la num curso de 2º. grau. In: *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v.9, n.3, p.225-237, dez 1992.

CARVALHO, Anna M. Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. *Formação de Professores de Ciências*: tendências e inovações. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

DELIZOICOV, Demétrio, ANGOTTI, José André, PERNAMBUCO, Marta Maria; colaboração SILVA, Antônio Fernando Gouvêa. *Ensino de Ciências*: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DEMO, Pedro. *Pesquisa e Construção de Conhecimento*: metodologia científica no caminho de Habermas. 4. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.

GAGLIARDI, R. Cómo Utilizar la Historia de las Ciencias el la Enseñaza de las Ciencias. In: *Enseñanza de las ciencias*, 6(3), p.291-296, 1988.

GONZÁLES J. F. et all. *Como Hacer Unidades Didácticas Innovadoras?*. Sevilla: Díada, 1999.

KOYRÉ, Alexandre. *Estudos de História do Pensamento Científico*. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

KUHN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LÜCK, Heloísa. *Pedagogia Interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos*. Petrópolis: Vozes, 1995.

MATTHEWS, Michael R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. In: *Caderno Catarinense do Ensino da Física*, Florianópolis, v.12, n.3, p.164-214, 1995.

MORIN, Edgar. *A Cabeça Bem-Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

PAVIANI, Jayme. *Ensinar: Deixar Aprender*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a utilização da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. (org.) *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, INEP, 2001. p. 151-170.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Àngel Gómez Castilho. A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, Juan Ignacio (org.). *A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ROBILOTTA, M. R. O Cinza, o Branco e o Preto – da relevância da História da Ciência no ensino da Física. *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v.5 (número especial), p.07-22, jun. 1988.

ROSITO, Berenice Alvares. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: MORAES, Roque (org.). *Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

THUILLIER, Pierre. *De Arquimedes a Einstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1994.

TEODORO, Sandra Regina; NARDI, Roberto. A História da Ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. In: NARDI, Roberto (org.). *Educação em Ciências da Pesquisa à Prática Docente. Educação para a Ciência*, v. 3. São Paulo: Escrituras, 2001.

DATA RECEBIMENTO: 14/03/2007

DATA APROVAÇÃO: 18/06/2007