

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS : PRIMEIRA ETAPA PARA UMA MUDANÇA DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

EXPERIMENTAL ACTIVITIES: FIRST STEP TOWARDS A DIDACTIC CHANGE IN SCIENCE TEACHING

Alexander Montero Cunha¹

Dirceu da Silva², Estéfano Vizconde Veraszto³, Fernanda de Oliveira Simon⁴, Alan César Ikuo Yamamoto⁵, Nonato Assis de Miranda⁶

¹Unicamp/FE, amcunha77@hotmail.com

²Unicamp/FE, dirceu@unicamp.br

³Unicamp/FE, estefanovv@yahoo.com.br

⁴Unicamp/FE, fersimon@uol.com.br

⁵Unicamp/FE, alancesar@terra.com.br

⁶Unicamp/FE, mirandanonato@uol.com.br

RESUMO

Este artigo propõe a utilização de atividades experimentais como etapa primeira para uma mudança na didática no ensino das ciências naturais. Tal mudança envolve substituir a tradicional prática de transmissão e recepção de conhecimentos por uma mais próxima da pesquisa científica e do trabalho investigativo. Dessa forma, pretende-se incentivar o ensino não focado na transmissão de conteúdos, mas que possibilite uma aprendizagem reflexiva, participativa e questionadora por parte dos alunos. Nesse processo de transformação, a atividade aqui proposta pretende criar subsídios para o início do trabalho do professor como mediador, abandonando, assim, seu caráter de detentor de conhecimentos, bem como possibilitar a tomada de decisões pelos alunos sobre o direcionamento de seu aprendizado.

Palavras-chave: mudança didática, atividade experimental, CTS.

ABSTRACT

This paper proposes the use of experimental activities as the first step towards a change in science teaching didactics - a change that involves replacing the traditional practice of transmission and reception of knowledge with one that is closer to scientific research and investigative work. This approach presumes a reflexive, participative and inquisitive learning. In this transformation process, the activity proposed aims to provide subsidies for teachers to work as mediators rather than sole possessors of knowledge. It also aims to enable students to make their own decisions when it comes to setting their learning goals.

Keywords: Didactic change, experimental activities, STS.

INTRODUÇÃO

A utilização e realização, por parte dos alunos, de experimentos no Ensino de Ciências não é recente. Desde meados do século XX, por influência da escola novista, a experimentação conquistou grande espaço no ensino científico com o objetivo de “proporcionar maior liberdade e autonomia ao aluno para participar ativamente do processo de aquisição de conhecimentos” (Krasilchik, 1987: 7). Essa visão serviu de contraponto ao ensino teórico, memorístico e que estimulava a passividade, propagado através de uma didática de pura transmissão e recepção de conhecimentos, didática esta muito utilizada nos dias de hoje mesmo após as diversas mudanças ocorridas na educação científica.

Como consequência das transformações políticas e sociais ocorridas nas décadas de 50 e 60 do século passado, como por exemplo a Guerra Fria, as ciências ganharam *status* nas políticas públicas com grande aumento de investimentos na área (Dupas, 1999). Surgiram, em decorrência dessa mudança de *status*, as denominadas *Big Sciences*: grandes investimentos em projetos científicos e tecnológicos que envolviam o trabalho de diversos pesquisadores em torno de uma mesma problemática (Price, 1986). Os cientistas tiveram seu prestígio aumentado perante a sociedade e junto com isso suas idéias e métodos também se valorizaram. O Método Científico (visto como único e plenamente racional) passou a ser tido como necessário para a formação do cidadão, influenciando o Ensino de Ciências, tanto na prática quanto no seu corpo teórico. O uso de experimentos e de laboratórios adquiriu maior importância no processo educacional, principalmente no modelo de receitas prontas sob o pretexto de aproximação do trabalho científico (Delizoicov & Angotti, 1994).

A aproximação do Ensino de Ciências com o Método Científico incentivou a criação de vários *kits* de experimentação para o ensino, além do incentivo à capacitação de professores para a utilização desses *kits* na sala de aula, tendo o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) um papel de destaque nesse processo (Lorenz & Barra, 1986). O entendimento da funcionalidade da experimentação no ensino caminhou da pura constatação de fatos e da manipulação de equipamentos para uma valorização da participação do processo de construção experimental, incentivando “a participação do aluno na elaboração de hipóteses, identificação de problemas, análise de variáveis, planificação de experimentos e aplicação dos resultados obtidos” (Krasilchik, 1987: 10).

Já nesse período, o objetivo do Ensino de Ciências, bem como de toda a educação, era propiciar a tomada de decisões por toda a população cidadã que, segundo o pensamento vigente na época, faria isso melhor se pensasse lógica e racionalmente. Com esse direcionamento, um caminho natural foi o abandono das atividades experimentais tendo como substituto as atividades que requeriam a resolução de problemas (exercícios). De certa forma, essa tendência de estimular o aprendizado do pensar lógico e racional conduziu o Ensino das Ciências à centralização do conhecimento por parte do professor que, visto como o detentor do saber, transmitia o conhecimento necessário para a resolução de determinados exercícios que, na maioria das vezes, não tinham um embasamento prático e eram justificados como uma forma de aproximação do trabalho científico. Portanto, essa tomada de decisões não era baseada nos princípios teóricos das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A massificação da educação a partir da década de 70 é tida como justificativa para a queda de qualidade do ensino, já que a rápida necessidade de professores teve como

consequência uma formação superficial introduzida pelas licenciaturas curtas (Prado & Hamburger, 2001, Nardi, 2005). Os professores não poderiam mais propor atividades experimentais, pois sua formação não incentivava o uso de laboratórios e nem mesmo a utilização de experimentos demonstrativos. A completa descontextualização do Ensino das Ciências com a realidade do alunado, aliada às classes superlotadas, tornaram a indisciplina insuportável dentro das salas de aula (Krasilchik, 1987). Os alunos eram (como ainda o são) estimulados não pela busca do conhecimento e resolução de problemas concretos, e sim, por notas advindas de avaliações restritas que produzem uma verdadeira “engenharia de sobrevivência escolar” (Barros & Silva, 2002). Dessa forma, o aluno procura aprender as artimanhas para o sucesso escolar, como a “cola”, e não mais o que o professor realmente diz pretender ensinar.

Atualmente, os estudos CTS são utilizados como base teórica para um possível redirecionamento do Ensino de Ciências. Os novos entendimentos do processo de construção científica e tecnológica auxiliam os novos focos a serem tomados na educação tanto científica quanto tecnológica. A proposta de se reintroduzir os experimentos em sala de aula não pretende ser uma volta aos ideais do ensino tecnicista ou da escola novista, como já experimentado anteriormente, mas uma forma de, a partir desses ideais, introduzir fatores sociais já intrínsecos ao desenvolvimento científico e tecnológico. Nessa visão, a referente proposta pretende ir além da adoção de um método científico específico e da pura instrumentalização do ensino. Pretende-se sim, utilizar a experimentação como forma de transição do ensino vigente, focado na transmissão e recepção de conhecimentos, para os ideais de ensino baseado nas relações CTS.

RELAÇÕES ENTRE CTS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A rapidez com que a ciência e a tecnologia se desenvolvem atualmente está nos conduzindo para novas estruturas e entendimentos sobre as relações sociais. Os avanços das tecnologias de informação e comunicação são tidos como a terceira revolução industrial (Mattoso, 1995), uma vez que permitem um mundo globalizado, onde as distâncias espaciais e temporais estão cada vez mais curtas (Castells, 1999). Transações financeiras instantâneas entre países, empresas transnacionais mudando os modos de produção e as relações trabalhistas e a tendência de uma cultura única mundial carregada de valores hegemônicos são algumas das consequências sociais do mundo globalizado (Dupas, 1999). A quantidade de informação produzida é enorme e está facilmente disponível na Internet para acesso de qualquer pessoa. Entretanto, saber usá-la não é uma tarefa simples e exige habilidades e competências diversas, afinal, informação não resulta necessariamente em conhecimento. Perceber as interferências e mudanças causadas por uma cultura tecnológica nas relações sociais não é uma tarefa complicada, ainda mais se discutida através dos impactos negativos causados por ela como a bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki ou os acidentes em usinas nucleares.

Por outro lado, a sociedade também molda a ciência e a tecnologia, trazendo consigo os valores vigentes da época em que foi desenvolvida: os anseios, as necessidades, os objetivos, os preconceitos, os interesses envolvidos, entre outros. Afinal, será que o Projeto Manhattan (desenvolvimento da bomba atômica) teria existido caso não estivéssemos em guerra naquele período? Atualmente, dentro de valores extremamente capitalistas, em que se preza a concorrência acirrada, temos a ciência e a tecnologia trabalhando não para o desenvolvimento social, e sim para o aumento da lucratividade das grandes empresas transnacionais (Cepal, 2002; Chesnais, 1996). É claro que não é esse o discurso utilizado para justificar a não intervenção da sociedade no desenvolvimento científico e tecnológico.

Pensemos agora nos cientistas que, donos de certa “verdade”, conseguem legitimizar sua posição na sociedade. Se dois deles dizem que suas idéias estão “cientificamente comprovadas” mesmo que completamente contrárias uma da outra, em quem acreditar, para quem pedir conselhos sobre o andamento ou o impacto de determinada ação científica que irá atingir a toda uma comunidade, ou mesmo, a sociedade como um todo (Collins & Evans, 2002; Rip, 2003; Turner, 2001)? Kuhn (1987) propõe que a solução para esse entrave não está na ciência, ou seja, na potencialidade ou no poder de explicação de uma teoria ou outra, e sim na capacidade de persuasão do cientista ao tentar que suas idéias prevaleçam perante seus colegas de trabalho ou o público em geral. Nessa perspectiva, é justificável a existência do *Efeito Mateo*, descrito por Merton (1977), sobre a influência dos ganhadores do Prêmio Nobel ou mesmo o poder que as diversas mídias possuem em propagar o saber científico e fortalecer certos sentidos comuns sobre o trabalho científico e tecnológico.

Podemos perceber que os impactos causados pelos artefatos tecnológicos vão além dos materiais e nos conduzem a refletir sobre a representação da ciência e da tecnologia existente hoje no senso comum, num debate que atingi a epistemologia e a sociologia. A crítica se faz necessária à noção de ciência neutra e determinista (Dagnino, 2000). Não só o direcionamento, mas é necessário também perceber que o conteúdo, a maneira de se ver determinado resultado ou acontecimento científico e tecnológico depende dos atores envolvidos e de seus valores históricos e interesses (Callon, 1980; Cowan, 1988; Pinch & Bijker, 1987). A ciência e a tecnologia são socialmente construídas e é nesse contexto que se deveria caminhar a Educação Científica.

O Ensino de Ciências, atualmente, ainda difunde idéias já há muito ultrapassadas sobre o desenvolvimento científico. De certa forma, a metodologia de ensino mais frequentemente utilizada nas escolas - de transmissão e recepção de conteúdos - propaga uma idéia de ciência como verdade acabada, de leis e teorias que relatam a real natureza, feita e entendida somente por grandes gênios que se isolam da sociedade, sempre servindo para o bem da humanidade (se desconsiderarmos alguns “desvios históricos”), absolutamente descontextualizada de seus impactos sociais. Não por culpa dos professores, mas muitas vezes por causa de sua própria formação, a adoção de outras metodologias alternativas que englobem as relações CTS encontra dificuldades devido às concepções de ensino enraizadas por uma longa e duradoura formação ambiental – a própria formação destes professores (Carvalho & Gil-Pérez, 2000).

Ainda hoje muitos professores acreditam que entender ciência é somente entender o conteúdo dela aceito em determinado período, não percebendo seu caráter dinâmico. Nesse ponto de vista, o livro didático resume todo o conhecimento científico necessário a ser ensinado, tornando-se, portanto, um excelente material didático – muitas vezes o único. Sabemos hoje que isso não é verdade (Nardi, 1999; Pretto, 1995). Isso não significa que o livro didático deva ser abandonado: ele pode ser um excelente material didático quando utilizado no apoio à pesquisa, por exemplo. A própria consulta a diferentes livros didáticos possibilita a percepção de algumas diferenças existentes entre eles (Souza Filho, 2004) que podem ser trabalhadas de maneira crítica.

Devido a todo o contexto exposto até agora, não podemos desassociar do Ensino de Ciências o caráter social presente na construção da ciência (Delizoicov *et al*, 2002). Não podemos perpetuar a idéia e nem acreditar que o progresso científico é sempre bom para a sociedade. Devemos propiciar um ensino através do qual os alunos percebam a rede de atores (os interesses) existentes na construção de cada artefato tecnológico, na elaboração de um

determinado experimento científico, ou mesmo, na “necessidade” de se levar o homem à Lua. Devemos capacitar e habilitar os alunos a perceber que eles também são atores na construção do saber científico e tecnológico, que podem emitir suas opiniões mesmo que indiretamente sobre as políticas públicas, bem como deixar claro que eles possuem grande responsabilidade na tomada de decisões que afetam não só sua comunidade como todo o planeta (Carvalho & Gil-Pérez, 2000; Cachapuz *et al.*, 2005, Garcia *et al.*, 2000).

Por fim, todos esses aspectos nos conduzem à necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica (Bazzo *et al.*, 2000; Cachapuz *et al.*, 2005). Esta, como assinala Bybee:

“*estende-se* mais além do vocabulário, dos esquemas conceptuais e dos métodos procedimentais, para incluir outras dimensões da ciência: devemos ajudar os estudantes a desenvolver perspectivas da ciência e da tecnologia que incluam a história das idéias científicas, a natureza da ciência e da tecnologia e o papel de ambas na vida pessoal e social. Este é o nível multidimensional da alfabetização científica.” (Bybee *apud* Cachapuz *et al.*, 2005).

Não devemos, entretanto, entender alfabetização científica e tecnológica pelo viés de que todos os cidadãos deveriam ter uma formação extensiva a fim de se tornarem cientistas detentores do conhecimento científico, muito menos que deveríamos “rebaixar” esse conhecimento científico com o intuito de torná-lo acessível a todos os cidadãos. Devemos sim propiciar o enfrentamento de problemas abertos e a participação na tentativa de construção de soluções para dessa forma aproximar o aluno de todas as dimensões sociais envolvidas na construção do saber científico (Cachapuz *et al.*, 2005). Essa alfabetização tem por finalidade propiciar a formação de cidadãos capazes de tomar decisões com relação às questões científicas e tecnológicas que envolvam a sociedade e comunidade em que vivem através do questionamento dos valores (e interesses) dos atores envolvidos (Bazzo *et al.*, 2000; Garcia *et al.*, 2000).

EXPERIMENTOS PARA UMA NOVA DIDÁTICA DE ENSINO DE CIÊNCIAS

A atual proposta para o Ensino de Ciências caminha para a exploração das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade a fim de incluir na formação cidadã a competência da tomada de decisões com relação às questões científicas e tecnológicas, bem como outras questões não diretamente relacionadas a elas. Um dos caminhos possíveis é a aproximação da didática do ensino científico ao trabalho de pesquisa científica, o que leva à transformação do papel do professor: de detentor de conhecimento para de orientador ou mediador do processo de construção de conhecimento. Nessa perspectiva, os experimentos assumem um papel importante na didática das ciências, porém não realizada através de procedimentos pré-estabelecidos (“receita de bolo”) e sim, de maneira a possibilitar a exploração das idéias prévias dos alunos, a busca por informação de forma crítica e a análise de situações problemas a fim de propiciar um maior controle por parte dos alunos de sua aprendizagem e suas dificuldades (Cachapuz *et al.*, 2005).

Este artigo tem por finalidade, portanto, de propor uma primeira transição na didática do Ensino de Ciências. Isso porque, tanto professores em exercício quanto alunos habituados com a metodologia de simples transmissão/recepção de conhecimentos não estão familiarizados com as

competências e habilidades necessárias para a execução de trabalhos envolvendo a construção do saber científico e, conseqüentemente, as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

A atividade a ser proposta tem como base uma experiência realizada pelo autor, como professor efetivo de física de uma escola estadual de São Paulo. Algumas modificações foram realizadas desde a aplicação da atividade, de forma que essa proposta não se apresenta de modo fechada e completa, mas tem como objetivo servir de orientação para o planejamento e execução de atividades experimentais. Assim, qualquer modificação sobre essa proposta é pertinente e essencial para a adequação do trabalho à realidade do local a ser aplicada.

Etapas

Em cada uma das etapas descritas pede-se que um grupo de alunos (quatro ou cinco) produza um mini-relatório com as atividades desenvolvidas. Cada etapa pode perdurar por mais que uma aula, portanto, é interessante que o mini-relatório seja realizado a cada aula, mesmo que aqui separado por etapas. As questões relacionadas em cada etapa visam conduzir o trabalho dos alunos na produção do mini-relatório, porém isso não deve ocorrer de forma dogmática, podendo permitir, portanto, a interferência do aluno sobre o que deve ser colocado em cada mini-relatório.

Primeira Etapa – Escolha do Experimento

- Por que escolheu esse experimento?
- Qual material será utilizado?
- Qual a sua expectativa?

Comentários: Essa etapa pretende propiciar a iniciativa do aluno em escolher o experimento que mais tenha interesse dentro das expectativas de cada série. Tem como objetivo ser um primeiro passo para a tomada de decisões por parte dos alunos, ainda que conduzida, além de possibilitar que estes direcionem seu aprendizado. Para isso, foi criada uma apostila de experimentos para que o grupo pudesse escolher um entre os propostos neste material. Não é necessário que os grupos fiquem restritos aos experimentos apresentados na apostila, sendo facultativa a escolha de outros experimentos relacionados ao tema e que tenha despertado algum interesse prévio. Os experimentos selecionados para a composição da apostila foram baseados em livros de experimentos (Rupolo, 2003; São Paulo, 1980; Unesco, 1977) e em experiências anteriormente conhecidas pelo professor de caráter tanto qualitativo quanto quantitativo. Abaixo (Figura 01) um exemplo de como aparece a proposta de experimento na apostila:

04 – Gota d'água num tubo de vidro

Material:

- Um tubo de vidro (proveta, tubo de ensaio, etc);
- Um cronômetro;
- Uma régua;
- 50 ml de Óleo de cozinha;
- Seringa sem agulha para pingar água.

Procedimento: encher o tubo de vidro com óleo e graduá-lo.
Pingar uma gota d'água dentro dele.

Figura 01 – Exemplo de um experimento presente na apostila montada pelo professor.

Segunda Etapa – Formulação e Delimitação do Problema a Ser Estudado

- Qual é o objetivo do experimento?
- O que será medido?
- O que se pretende analisar?
- Como será realizado o experimento?

Comentários: A princípio, a apostila de experimentos já conduz de certa forma essa etapa, entretanto o grupo de alunos é “forçado” a relacionar e a desenvolver as questões pedidas com o intuito de produzir um só texto. Essa etapa também propicia a discussão entre os membros do grupo em torno de um objetivo em comum, possibilitando o conflito de visões e idéias e a sua possível convergência ou não. A criação de hipóteses não é proposta no desenvolvimento da experimentação porque, tendo como parâmetro a pesquisa científica, esta se baseia na confirmação de expectativas que, se não atingida, supõe-se um trabalho experimental mal realizado e não que possa haver problemas com a teoria (Segura R., 1993). Enfim, as hipóteses não estão presentes no trabalho científico. As hipóteses podem ser trabalhadas caso o experimento não proceda como o esperado, especulando-se as possíveis explicações para tal e devendo ficar, portanto, para a quinta etapa. A proposta desta segunda etapa se aproxima mais na idealização das possibilidades que podem ser trabalhadas sob o tema proposto do que na criação de hipóteses.

Terceira Etapa – Fundamentação Teórica

- Quais os conceitos físicos envolvidos?
- Quais as fórmulas que serão utilizadas?
- O que a teoria prevê sobre o experimento?

Comentários: Nesta etapa, é proposto que o grupo busque informações sobre o experimento a ser realizado em livros didáticos de diversos autores. A finalidade é iniciar o aluno na pesquisa bibliográfica e de que, caso seja necessário, ele proponha através da leitura um novo direcionamento para o seu experimento. A comparação entre livros distintos pode resultar no questionamento do conteúdo presente neles e conseqüentemente na validade destes possibilitando assim um novo foco de discussão.

Quarta Etapa – Montagem e Realização Experimental

- O que foi observado?
- Quais os dados obtidos?
- Quais foram as dificuldades encontradas?
- Foi necessária a substituição de parte do material inicialmente previsto? Se sim, quais e como?

Comentários: A realização do experimento por parte do grupo de alunos resulta de todo um planejamento prévio e propicia a resolução das pequenas dificuldades surgidas na montagem muitas vezes não previstas inicialmente, como por exemplo a substituição de materiais. Essa etapa também exige que o grupo proponha uma seqüência de execução para a obtenção dos dados exige, portanto, a organização e clareza da parte experimental por parte do grupo.

Quinta Etapa – Conclusão

- Quais foram os resultados obtidos?
- O experimento correu como previsto?
- O resultado prático coincidiu com o teórico?
- Quais são as suas conclusões?

Comentários: Como última etapa é proposta um retorno ao planejamento e a execução do experimento a fim de relacionar todas essas etapas anteriores. É válido salientar que experimentos não foram idealizados para resultarem necessariamente no que foi previsto e que, sendo assim, um experimento que não atingiu as expectativas dos alunos ou de um livro didático não é sinônimo de experimento mal realizado. Neste caso, toda preparação e discussão realizada *a priori* fornecem subsídios para que os alunos argumentem quanto ao possível problema, que pode ser tanto de natureza teórica quanto prática, ou seja, pode ter como origem o planejamento ou a execução desse experimento.

Avaliação

A avaliação do processo de aprendizagem do aluno deve acompanhar o desenvolvimento deste e permitir uma retro-alimentação que redirecione o trabalho de ensino (Barros *et al.*, 2002; Souza, 1999). Dessa forma, deve haver um acompanhamento por parte do professor do processo de aprendizagem pelo qual o aluno está sendo conduzido. A avaliação também deve ser um instrumento de aprendizagem e de direcionamento dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos. Por essa razão, é proposto para o grupo a realização de um mini-relatório a cada aula utilizada no desenvolvimento da atividade proposta.

Os mini-relatórios propostos em cada uma das etapas podem abranger competências e habilidades diversas como “identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos e experimentos científicos e tecnológicos” (BRASIL, 2002: 215) e “desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais” (BRASIL, 2002: 216) entre outras descritas tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002) quanto em outras produções sobre o assunto (por exemplo, Cachapuz *et al.*, 2005). A descrição exaustiva das competências e habilidades possivelmente atingidas por cada uma das etapas propostas não é o objetivo aqui, porém é importante delimitá-las no planejamento de atividades tendo como base uma metodologia de ensino/aprendizagem mais próxima da pesquisa científica e do questionamento da função da ciência para a sociedade (CTS).

Possíveis Conseqüências e Desdobramentos

Sempre aparecem dificuldades na aplicação de novas didáticas em sala de aula, tanto por parte dos alunos, que possuem certa resistência ao desconhecido, quanto por parte dos professores, na impossibilidade de prever todas as ações e dificuldades surgidas decorrentes dessa nova didática. O professor, em seu papel de mediador do conhecimento produzido pelo aluno, deve saber conduzir os conflitos que aparecem através de acordos para assim redirecionar a atividade. O mini-relatório é um excelente instrumento para tal, pois com ele é possível acompanhar todo o processo, as dificuldades e os questionamentos que os alunos estão passando.

Como exemplo, podemos citar a intervenção no desenvolvimento dessa atividade realizada pelo autor (como professor) no primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública. A necessidade por parte dos alunos da utilização da equação horária do deslocamento do

movimento retilíneo uniformemente variado ($S = S_0 + vt + at^2/2$), ainda não vista no conteúdo programático das aulas, para encontrar a aceleração da gravidade num experimento de queda livre serviu de justificativa para a realização de uma aula expositiva por parte do professor relacionando de maneira geral o movimento retilíneo uniforme com o uniformemente variado. Também foi exemplificada a utilização da referida fórmula através da análise de um movimento de queda livre sem a utilização de cronômetro e nem de fita métrica, com valores obtidos através de palpites e aproximações propostas de comum acordo entre alunos e professor. Por fim, nesta mesma aula incidental, foi discutida a divergência do valor experimental obtido com o valor teórico e se isso resultava ou não numa má realização do experimento ou numa falha da teoria. Dessa forma, essa aula expositiva serviu como exemplo para os outros grupos com experimentos diferentes sobre a condução e as justificativas dos resultados experimentais. Esse é um exemplo de uma intervenção no trabalho geral da classe, entretanto, outras pequenas intervenções foram necessárias tanto individualizadas quanto nos grupos durante o desenvolver da atividade, também sendo estas de extrema importância.

A atividade aqui proposta propicia alguns desdobramentos, dentre os quais um primeiro contato e o possível desenvolvimento de relatórios e artigos científicos. Pode-se propor a realização de um relatório final pelos grupos baseado nos mini-relatórios desenvolvidos durante a atividade. A partir desse relatório final pode-se trabalhar a produção científica divulgada em periódicos especializados através da comparação entre ambos (neste caso deve-se estar atento para não desprezar, nem desvalorizar e inferiorizar a produção dos alunos). Também abre-se espaço para a discussão crítica sobre artigos e reportagens jornalísticas de divulgação científica para leigos. Não podemos nos esquecer que podemos acrescentar a utilização do computador, sendo este utilizado para as realizações de simulações, ou mesmo, para a pesquisa via internet entre outras possibilidades.

Outro desdobramento possível é a utilização dessa mesma metodologia proposta para trabalhos de pesquisa interdisciplinares e transdisciplinares envolvendo as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade em problematizações relacionadas ao cotidiano do aluno e da comunidade em que ele vive. Dessa forma, não há a necessidade de ser focado um experimento além de também existir a possibilidade de adequar, e se possível extinguir, as etapas descritas anteriormente para a busca de possíveis soluções às problematizações criadas, sobretudo pelos alunos, bem como a real ação de tais soluções propostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que pareça uma volta aos ideais da escola novista, a atual proposta para a utilização de experimentos em sala de aula tem como finalidade ser uma etapa para a mudança didática no Ensino de Ciências baseado-se na pesquisa científica com todas as dimensões sociais intrínsecas a ela. Dessa forma, a utilização de conceitos e metodologias presentes na escola novista bem como no ensino tecnicista serviriam como uma ponte pedagógica que trabalharia certas habilidades e competências da produção científica, primeiramente de maneira formalizada, como as etapas descritas neste artigo, para posteriormente propiciar o questionamento desse formalismo, abandonando-o ou modificando-o de acordo com os seus interesses e com o contexto social no quais os alunos estão imersos.

Essa proposta não tem como objetivo ser fechada e nem mesmo solucionar todos os problemas do Ensino de Ciências referentes à indisciplina, à aversão às matérias de exatas e ao seu descontexto com a sociedade e com as novas formas de entendimento do trabalho científico.

Pretendemos sim, propor uma alternativa à didática atualmente mais difundida nas escolas e que propaga uma enorme insatisfação tanto nos professores quanto nos alunos e seus familiares com relação aos rumos tomados pela educação. Devemos ressaltar que esta não é uma atividade milagrosa e que o papel do professor é importantíssimo, sendo, inclusive, determinante para o seu sucesso ou não. Por fim, devemos sempre lembrar do caráter de transição a que se destina esta atividade e que, sendo assim, na sua execução devemos ser conduzidos pelos objetivos de construir parâmetros para o desenvolvimento de atividades que relacionem as interações CTS.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Jomar & SILVA, Dirceu da. Buscando um sistema de avaliação contínua: ensino de eletrodinâmica no nível médio. *Ciência e Educação*, v. 08, n° 01, p. 27-38, 2002.
- BAZZO, Walter A.; PEREIRA, Luiz Teixeira do V.; LINSINGEN, Irlan von. *Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia*. Florianópolis: UFSC, 2000.
- BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.
- CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria P. de; PARIÁ, João; VILCHES, Amparo (orgs.). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo, Cortez, 2005.
- CALLON, M. The state and technical innovation: a case study of the electrical vehicle in France. *Research Policy*, v. 09, p. 358-376, 1980.
- CARVALHO, Anna M. P. de & GIL-PÉREZ, Daniel. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 4° ed. São Paulo: Cortez, 2000.
- CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CEPAL; *Globalización y Desarrollo*. Santiago do Chile: Cepal, 2002. Disponível no site: www.eclac.org. Acesso em 02/07/05.
- CHESNAIS, F. *A Mundialização do Capital*. São Paulo: Xamã, 1996.
- COLLINS, H. M. & EVANS, Robert. The third wave of science studies: studies of expertise and experience. *Social Studies of Science*, v. 32, n° 02, p. 235-296, abr. 2002.
- COWAN, Ruth S. How the refrigerator got its hum. In: MACKENZIE, D. & WAJCMAN, J. (eds.). *The social shaping of technology*. Milton Keynes: Open University Press, 1988. 202-218.
- DAGNINO, Renato. Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: neutralidade e determinismo. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/salactsi/rdagnino3.htm>. Acesso em 17/07/05.
- DELIZOICOV, Demétrio & ANGOTTI, José A. P. *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 1994.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. P.; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.
- DUPAS, Gilberto. *Economia global e exclusão social: pobreza, emprego, estado e o futuro do capitalismo*. 2° ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- GARCIA, Marta I. G.; CERESO, José A. L.; LÓPEZ, José L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 2000.
- KRASILCHIK, Myriam. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. 8° ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- LORENZ, K. M. & BARRA, V. M. Produção de materiais didáticos e Ciências no Brasil: 1950 a 1980. *Ciência e Cultura*, v. 38, n° 12, p. 1971-1983, dez. 1986.
- MATTOSO, Jorge. *A desordem do trabalho*. São Paulo: Scritta, 1995.
- MERTON, Robert. *La sociología de la ciencia 2*. Madrid: Alianza Editorial, 1977.
- NARDI, Roberto. A avaliação de livros e materiais didáticos para o ensino de ciências e as necessidades formativas do docente. In: BICUDO, Maria Aparecida V. & SILVA JUNIOR, Celestino A. da. *Formação do educador e avaliação educacional*, vol. 4. São Paulo: Ed. Unesp, 1999. 93-103.
- NARDI, Roberto. A educação em ciências, a pesquisa em ensino de ciências e a formação de professores. In: Rosa, Maria Inês P. (org.). *Formar: encontros e trajetórias com professores de ciências*. São Paulo: Escrituras, 2005. 89-141.
- PINCH, Trevor F. & BIJKER, Wiebe E. The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In: BIJKER, W. E. (ed.). *The social construction of technological systems*. Cambridge: MIT Press, 1990. 17-50.
- PRADO, Fernando D. & HAMBURGER, Ernst W. Estudos sobre o curso de física da USP. In: NARDI, Roberto (org.). *Pesquisas em ensino de física*. 2° ed. São Paulo: Escrituras 2001. 31-46.
- PRETTO, Nelson De L. *A ciência nos livros didáticos*. 2° ed. Salvador: Ed. da Universidade Federal da Bahia, 1995.
- PRICE, Derek J. de Solla. *Little science, big science and beyond*. New York: Columbia University Press, 1986.
- RIP, Arie. Constructing Expertise: in a third wave of science studies? *Social Studies of Science*, v. 33, n° 03, p. 419-434, jun. 2003.
- RUPOLO, Neila S. (coord.). *Atividades experimentais em terminologia para serem utilizadas em sala de aula*. Chapecó: Argos, 2003.
- SÃO PAULO, *Atividades de física: mecânica e termodinâmica para o aluno*, vol. 01. São Paulo: SE/CENP/FUNBEC, 1980.
- SEGURA R., Dino de J. *La enseñanza de la física: dificultades y perspectivas*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 1993.
- SOUZA, Clarilza Prado de. Avaliação da aprendizagem formadora / avaliação formadora da aprendizagem. In: BICUDO, Maria Aparecida V. & SILVA JUNIOR, Celestino A. da. *Formação do educador e avaliação educacional*, vol. 4. São Paulo: Ed. Unesp, 1999. 141-154.
- SOUZA FILHO, Moacir, P. de. *Livros didáticos de física para o ensino médio: uma análise de conteúdo das práticas de eletricidade e magnetismo*. Dissertação de Mestrado. Bauru: Unesp, 2004.
- TURNER, Stephen. What is the problem with experts? *Social Studies of Science*, v. 31, n° 01, p. 123-149, fev. 2001.
- UNESCO. *Novo manual de Unesco para o ensino das ciências I*. Lisboa: Editorial Estampa, 1977.