

A NATUREZA DA CIÊNCIA E A INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DA FÍSICA

Alexandre Medeiros*

Severino Bezerra Filho**

Resumo: O propósito deste artigo é o de examinar as convicções filosóficas que dão suporte aos comportamentos de alguns professores de física ao lidarem com o ensino da Física no contexto de um laboratório. Entrevistas foram feitas com professores de “Instrumentação para o Ensino da Física”, normalmente apresentadas nos currículos desses cursos, assim como com professores secundários que tivessem previamente feito tal curso. As questões foram formuladas de tal modo que os sujeitos pudessem ser envolvidos numa conversa sobre como ensinar alguns assuntos da física e até que ponto seria importante apelar para a experimentação. Os resultados desta pesquisa revelaram perspectivas diferentes sobre o tema entre os sujeitos, principalmente posições indutivistas e realistas ingênuas, as quais são comentadas neste artigo.

Unitermos: A natureza da ciência, indutivismo ingênuo, realismo ingênuo, crenças de professores de física.

Abstract: *The purpose of this article is to examine the philosophical convictions which underline the behaviour of some teachers of physics when dealing with the teaching of physics in a laboratory context. Interviews were conducted with teachers of “Instrumentation for Physics Teaching”, usually presented in physics courses syllabus, as well as with some secondary teachers of physics who had previously followed such a course. The questions were addressed in such a manner that the subjects could be involved in a conversation about how to teach some contents of physics and to which degree it would be important to appeal to experimentation. The findings of this research revealed some different perspectives about the theme among the subjects, mainly naive inductivist and realistic contentions, which are commented in this article.*

Keywords: *The nature of science, naive inductivism, naive realism, physics teachers' beliefs.*

Introdução

A importância de uma compreensão da natureza da ciência tem sido destacada por muitos pesquisadores como algo a ser incorporado, explicitamente, nos conteúdos curriculares (Forge, 1979; Cantor, 1981; Hodson, 1988; Matthews, 1990; Cleminson, 1990; Solomon, 1991; Medeiros, 1992a; Alters, 1997; Medeiros, 1999; Lawson, 1999; para mencionar apenas alguns). Isso tem sido enfatizado inclusive nas recomendações curriculares de vários países, como por exemplo na Inglaterra, e mais recentemente no Brasil, na edição dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Assim, na educação nas ciências, uma compreensão dos modos pelos quais o conhecimento científico tem sido historicamente construído parece ser algo tão importante de ser

* Professor Adjunto, PhD, Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco (e-mail: med@hotlink.com.br).

** Professor Adjunto Mestre, Universidade Federal de Pernambuco.

compreendido quanto os conteúdos em si mesmos (Chapman, 1979). Não bastaria ao estudante dominar o manejo de conteúdos científicos sem ter uma clara idéia dos seus pressupostos e dos seus limites de validade revelados pelo contexto histórico no qual os mesmos tenham sido desenvolvidos (Medeiros, 1999). A ciência não pode ser ensinada como um dogma inquestionável. Um ensino da ciência que não ensine a pensar, a refletir, a criticar, que substitua a busca de explicações convincentes pela fé na palavra do mestre, pode ser tudo menos um verdadeiro ensino da ciência. É antes de mais nada um ensino de obediência cega incorporado numa cultura repressiva (Schatzman, 1973).

A questão, no entanto, revela-se de extrema complexidade no ensino. Para começar, várias pesquisas têm apontado as graves distorções introduzidas pelos livros textos no tratamento da natureza da ciência. Kuhn, por exemplo, chegou a afirmar que *a visão de ciência que se pode retirar dos livros textos é semelhante à visão de uma cidade retirada de cartões postais* (1970, p. 8). Não devemos, porém, retirar de tais constatações a respeito do caráter ideológico dos livros textos, a conclusão apressada de que todos os seus leitores, aí incluídos os professores, sejam indivíduos a-críticos, incapazes de filtrarem as mensagens que lhes são passadas por tais textos. Como mostram as pesquisas, tal capacidade crítica está relacionada com a própria formação dos professores, com a sua maior ou menor familiaridade com a reflexão filosófica e com o tipo de apresentação que tenham tido à história e à filosofia da ciência (Medeiros, 1992a).

No tocante ao ensino da Física, poucas questões parecem mais importantes que uma boa compreensão, principalmente por parte do professor, da relação complexa e sutil que existe entre teoria e experimento na produção das idéias na ciência. Este ponto torna-se ainda mais importante quando o professor lida diretamente com os experimentos como sua meta principal, como ocorre nas disciplinas de Instrumentação para o Ensino da Física, comumente lecionadas nos cursos de licenciatura. No cenário de uma tal disciplina, estabelece-se um palco privilegiado no tocante à possibilidade de uma abordagem mais adequada da relação teoria-experimento (Bezerra Filho, 1997). Numa disciplina como esta, os futuros professores podem ser expostos, por exemplo, a uma visão mais aberta da produção científica, que incorpore a questão essencial trazida pela moderna filosofia da ciência de que toda observação tem uma certa carga teórica (Hanson, 1962). Por outro lado, estes mesmos estudantes podem ser submetidos a um discurso dogmático, preso a esquemas filosoficamente ultrapassados, mas candidamente convidativos de leituras indutivistas ingênuas da atividade científica. Certamente que o tipo de abordagem a ser desenvolvida depende diretamente das próprias convicções daquele que leciona o curso, e da própria formação anterior que ele, professor, tenha tido. Ao menos, esse nos parece um pressuposto razoável. Até que ponto as convicções dos professores são ou não transferidas do discurso para as suas ações em sala de aula, é uma outra questão aberta à pesquisa. Lederman & Zeidler (1987), por exemplo, levantaram dúvidas sobre a existência de uma relação direta entre as convicções filosóficas dos professores e os modos deles portarem-se em sala de aula, no tocante à produção do conhecimento. Certamente, é possível ao professor exibir um razoável conhecimento da filosofia da ciência sem que traduza, necessariamente, tal conhecimento nas suas ações em sala de aula. Por paradoxal que possa parecer uma tal tese, ela nos parece factível no sentido de que envolve não apenas o conhecimento, mas também

um compromisso de mudança por parte do professor. De fato, tentar enfocar a produção científica fora dos padrões tradicionais do indutivismo ingênuo é um desafio para o qual nem todos aqueles filosoficamente aptos podem estar psicologicamente preparados e socialmente motivados. Admitimos, portanto, que um certo embasamento filosófico não seja uma condição suficiente para que o professor desenvolva em sala de aula uma atitude compatível com as convicções que pareça esposar. No entanto, certamente, para aqueles imbuídos do desejo e da coragem de se contraporem à tradição indutivista ingênua no ensino das ciências, um certo grau de alerta em relação aos temas filosóficos colocados em pauta sobre a origem do conhecimento científico e os seus mecanismos de validação, parece necessário. O que está em causa, portanto, é a necessidade deste estado de alerta e não a suficiência do mesmo para o desenvolvimento de atitudes em sala de aula que estejam mais em sintonia com os contributos da moderna filosofia da ciência.

Neste particular aspecto, o tema do presente trabalho é um relato das convicções epistemológicas de alguns professores de Instrumentação para o Ensino da Física, coletadas através da análise de uma série de entrevistas estruturadas realizadas com os mesmos.

Em nossa pesquisa original foi feita uma síntese das principais posições filosóficas no tocante à produção do conhecimento científico, como forma de subsidiar as análises dos discursos coletados. Aqui trazemos apenas uma discussão resumida dos posicionamentos encontrados entre os professores entrevistados, contendo tão somente os principais pontos resultantes da pesquisa, quais sejam: as posições sintonizadas com o realismo ingênuo e com o indutivismo ingênuo e como contraste aquelas outras mais próximas de um realismo crítico.

O realismo ingênuo, o indutivismo ingênuo e o realismo crítico

No tocante à produção do conhecimento científico, algumas questões sobressaem-se como da máxima importância na literatura da moderna filosofia da ciência (Chalmers, 1986; Boyd, Gasper & Trout, 1991; Powers, 1985; Fleck, 1981; O'Hear, 1990; Silva, 1999). Para começar, poder-se-ia perguntar se existe uma realidade independentemente da nossa cognição ou se seria a realidade uma elaboração do próprio pensamento humano. E ainda: qual a relação entre as afirmações da ciência e a realidade? A questão do status da ciência, portanto, em relação à realidade que tenta descrever é de fundamental importância. A resposta do realismo é afirmar que 'a realidade existe independentemente de ser percebida ou compreendida por nós'. A posição do realismo ingênuo, ou realismo científico, é, porém, bem mais ousada. Ela sustenta que não apenas a realidade existe independentemente da nossa cognição, mas que, igualmente, 'as afirmações da ciência são descrições fiéis de como a realidade é'. Dizendo de um outro modo, 'a posição do realismo ingênuo equivale a uma adesão completa ao objetivismo, à primazia do objeto sobre o sujeito cognoscente'. Para o realismo ingênuo as afirmações da ciência têm o status de 'verdades inquestionáveis'. Em tal posição não existe uma mediação, é como se 'o cientista tivesse o telefone de Deus'.

Em oposição direta ao realismo ingênuo, a posição idealista afirma que 'a realidade é um produto da mente humana e existe apenas na medida em que é percebida por nós'. A filosofia registra, no entanto, um grande número de críticas materialistas apontando o

quanto a posição idealista incorre num solipsismo, ou seja, na consequência de que cada indivíduo construa a sua própria realidade, sem conexão com a do outro. Em outras palavras, a posição idealista, radicalmente tomada, leva-nos à percepção do mundo como *um asilo de loucos* (Strasser, 1963; Medeiros, 1992b). Afinal, como bem dizia Fernando Pessoa: *O mundo não é uma idéia minha, mas a minha idéia do mundo é uma idéia minha*. Deste modo, pode-se perceber que a rejeição da posição realista ingênua não implica na necessidade de adotarmos uma postura idealista. É perfeitamente possível manter uma posição realista, afirmando, portanto, que “a realidade existe independentemente da nossa cognição”, sem termos a necessidade de cair numa postura idealista tomando a realidade como uma livre criação da nossa mente. Essa é a postura do realismo crítico, qual seja, assumir a primazia da existência do mundo admitindo, no entanto, que as descrições da ciência são apenas modelos, ou construções metafóricas da mesma. Neste sentido, a postura do realismo crítico livra-se da ortodoxia da visão realista ingênua, sem correr o risco de cair num construtivismo idealista (Matthews, 1994).

À parte da questão brevemente debatida acima, qual seja, a da relação entre as afirmações científicas e a realidade, poder-se-iam levantar duas outras questões, não menos importantes: como surge o conhecimento científico e como vem a tornar-se aceito por uma comunidade?

O debate histórico sobre estas questões transcende em muito o escopo do presente artigo, pelo que nos limitaremos a uma discussão bastante abreviada. Em relação à questão da origem do conhecimento, por exemplo, a resposta do empirismo é a de afirmar que todo conhecimento nasce diretamente das observações. No tocante à segunda questão, sobre os mecanismos de validação do conhecimento científico, a posição verificacionista assume que a aceitação do mesmo dá-se pelas comprovações experimentais. A tarefa do cientista, portanto, segundo a posição verificacionista, seria a de comprovar as teorias científicas. O mecanismo de como proceder uma tal verificação seria a indução, a repetição sistemática e rigorosamente controlada dos experimentos, levando a uma generalização. A conjunção destas duas posturas, empirista e verificacionista, caracterizam aquilo que se denomina de indutivismo ingênuo. As críticas ao ramo empirista de tal posicionamento têm sido lançadas principalmente no que toca à simplificação exagerada imposta pelos indutivistas ao ato de observação. Hanson caracterizou bem a situação ao afirmar: *existem mais coisas a serem vistas do que a luz que atinge o olho* (1962, p. 7). De fato, as contenções indutivistas deixam de lado toda a complexidade da mediação exercida, no ato de observar, pelo sujeito cognoscente. No tocante à tese indutivista, a questão da indução como fonte segura do conhecimento é não menos problemática. Como aponta Chalmers (1986), esta questão desdobra-se tanto no aspecto da dificuldade lógica de comprovar proposições universais, quanto na impossibilidade de quantificar o número de experimentos necessários a serem realizados. O recurso à probabilidade não parece, igualmente, ter dado conta deste obstáculo epistêmico. Alternativas falseacionistas clássicas, como a de Popper (1968), de ser a meta do cientista substituir a busca da comprovação experimental por uma tentativa de simples corroboração através da busca do falseamento das teorias, não foram devidamente contempladas entre os sujeitos da nossa pesquisa. Da mesma forma, teses lakatosianas (1989), dotadas de um falseacionismo estruturalista, não

apareceram nos discursos de nossos entrevistados. Não foram igualmente registradas posturas próximas de um anarquismo epistemológico (Feyrabend, 1975), nem ao menos grandes destaques para a interconexão da filosofia da ciência com fatores sociológicos mais gerais (Woolgar, 1988). Ainda assim, foram registrados alguns posicionamentos promissores que apontaram, claramente, para uma perspectiva mais aberta da produção do conhecimento, com elementos que carregavam a conotação de um certo realismo crítico (Husserl, 1976; Garrison, 1986, Matthews, 1987; Rouse, 1987).

As visões dos professores sobre a instrumentação para o ensino

Em nossa pesquisa foram entrevistados dois grupos de professores, de duas universidades federais. Foram igualmente entrevistados professores, inclusive de segundo grau, que, embora não houvessem lecionado Instrumentação para o Ensino da Física, haviam estudado a mesma e possuíam uma idéia sobre como ela era ou deveria ser ensinada. Dos seus discursos depreende-se uma variedade de posições dentre as quais o indutivismo ingênuo e o realismo ingênuo parecem dominantes. Posturas, porém, mais sintonizadas com um realismo crítico foram identificadas entre alguns indivíduos. Não nos interessa, no espaço deste artigo, estabelecer um confronto ou uma comparação entre esses grupos de professores, mas tão somente assinalar suas posições filosóficas individuais. Uma comparação entre esses grupos demandaria uma análise mais aprofundada das causas das semelhanças e das distinções nos posicionamentos dos mesmos que foge ao objetivo do presente artigo. Uma análise dos principais pontos detectados possibilitar-nos-á, porém, uma incursão sobre as possíveis consequências pedagógicas de tais posturas perante a produção do conhecimento.

Posicionamentos realistas ingênuos, por exemplo, podem ser observados, entre os entrevistados, em afirmações do tipo: *aqui na prática é onde está a verdade de fato*. Com o termo ‘aqui na prática’, no contexto da entrevista, o professor pareceu referir-se ao mundo real, à realidade. Em nossa interpretação, o entrevistado passou a assumir uma postura em sintonia com a posição do ‘realismo ingênuo’, ainda que timidamente.

Um outro sujeito, por exemplo, caracterizou mais especificamente a idéia de que com as observações, numa situação prática, seria possível *realmente ver como as coisas ocorrem*. Ainda que mencionando a simplificação de admitir a inexistência do atrito, o entrevistado não cogitou de qualquer mediação teórica na interpretação dos dados observacionais: (...) *quando a gente mostra um corpo leve e um corpo pesado, caindo de uma mesma altura, a situação prática, ele realmente vê que desprezando a resistência do ar, os dois corpos caindo de mesma altura, chegam no mesmo instante. Quer dizer, ele comprova aquela teoria vendo*. Uma tal postura fica igualmente evidenciada em conjunto com suas crenças verificacionistas, pois assim parece assumir as observações verificadoras como uma ligação direta com o real: *então, eles verificam através da experiência, que o ar influenciou na primeira situação com mais intensidade do que na segunda. Então, através da experiência ele consegue associar aquela experiência com a teoria dada em sala de aula*.

Nesta mesma tônica, um outro indivíduo, ao criticar a falta de condições materiais das escolas, expressou também sua convicção realista ingênua em conjunto com um sentimento verificacionista. Sua idéia de ‘comprovação’ carrega igualmente o pressuposto de que a

observação dá um acesso direto à realidade: ... *o aluno não tem nem a chance de ver na prática a comprovação daquilo que ele viu no quadro, vamos assim dizer*

Tais posturas próximas de um realismo ingênuo são muito semelhantes a certas afirmações contidas nos livros textos de física, que parecem inspirar e alimentar essas convicções ingênuas. Isso não parece ser um fenômeno restrito ao nosso país. Muito pelo contrário, mesmo em países desenvolvidos podem-se encontrar afirmações nitidamente carregadas de um certo realismo ingênuo, como por exemplo, em um conceituado livro inglês: *you learn the major part of things about physics by doing experiments. They put you face to face with the physical world, in such a way that you can see for yourself how it behaves* (Warren, 1988, p. VI-VII). Resultados de uma outra pesquisa, realizada com estudantes e professores ingleses (Medeiros, 1992a), revelaram um padrão de respostas com posicionamentos igualmente numa tônica realista ingênuo. Para citar apenas um daqueles indivíduos da referida pesquisa, caberia, por exemplo, ressaltar sua opinião: *the experiments reproduce the phenomena, putting you face to face with a diversity of situations*. A sintonia de uma tal afirmação com a do livro texto acima citado é exemplar, assim como a similaridade com os resultados, até aqui mencionados, da nossa pesquisa realizada no Brasil.

Por outro lado, afirmações que denotam um certo indutivismo ingênuo, foram encontradas em vários trechos dos discursos coletados como, por exemplo, um dos entrevistados que afirmou: *Good, the student, he will ..., é ..., verificar, ele vai comprovar, ele vai ter a ..., é ..., seria o teste de ..., de São Tomé, tá? Ele vai ter o que? A verificação, é ..., do que foi passado na teoria. É isso que eu vejo, tá? Seria o teste de São Tomé. Acreditar, né? Vendo, tá? Em tal passagem, depreende-se sua postura verificacionista, uma das características do indutivismo ingênuo. O mesmo indivíduo, mais adiante, tornou explícita sua posição indutivista ingênuo ao falar sobre a origem do conhecimento de um modo nitidamente empirista: “ ... a minha visão seria a visão inicial experimental, tá? E a partir da experiência, a gente ..., é ..., construir toda uma teoria em cima desse ..., dessa base experimental.*

Esta primazia da observação na produção das idéias, característica da postura empirista, um dos pilares do indutivismo ingênuo, pode ser igualmente percebida na afirmação de um outro entrevistado: ... *for working, for developing a little ..., desenvolver a ciência no aluno, pelo menos a curiosidade dele, você poderia colocar primeiro o experimento e depois você trazer a teoria*. O mesmo indivíduo tornou mais clara sua convicção indutivista ao falar sobre o modo pelo qual as idéias científicas são validadas. Sua postura, nitidamente verificacionista, apontou igualmente para uma conjunção das crenças que compõem o indutivismo ingênuo: *look, the question of proof, it comes very much from a practice demonstrative. Because, when you start for an experiment demonstrative, you are demonstrating what? It is demonstrating something that you already, previously, already said in the classroom, you already showed ... look, it happens, happens. For example, when you go to talk about the fall of a body. Or ..., how is it that the student will imagine? Then, when you do the experiment, you are showing for the student, you are proving that fact that you already described through words*. A palavra ‘comprovação’ denota com clareza o tipo de postura assumida frente à produção do conhecimento científico: a verificação experimental enquanto um critério de demarcação entre ciência e não ciência. De modo mais contextualizado, referindo-se ao modo pelo qual a primeira lei de Newton poderia ser aceita, o

mesmo indivíduo afirmou: *Então, a partir do momento que você vai comprovar, usando o trilho pra comprovar a 1ª Lei de Newton* Sua postura filosófica indutivista, apontava, desta forma, claramente, o caminho da ação pedagógica a ser seguido.

Contrastando com as afirmações acima citadas, um grupo menor de indivíduos manifestou convicções bem mais próximas das modernas teses da filosofia da ciência. Suas posturas assemelharam-se mais ao que poderia ser caracterizado, na moderna filosofia da ciência, como uma posição próxima do realismo crítico. A concepção de modelos e de carga teórica das observações podem ser bem identificadas em vários trechos coletados, assim como as consequências pedagógicas que uma tal postura carrega.

A questão da modelagem, das necessárias simplificações do real, por exemplo, foi colocada por um dos entrevistados da seguinte forma: *... quando você vai criar o modelo, quando você vai tentar descrever aquela teoria, no sentido de pegar o modelo para construir, existe toda uma dificuldade que são justamente as aproximações que a gente, no modelo teórico, a gente tem que fazer.* Essa menção explícita às aproximações na construção de um modelo traz uma necessidade de admitir que partes da realidade serão ‘sacrificadas’ na construção do referido modelo. Segundo nosso entrevistado: *isso (...) faz com que você consiga aprofundar vários conceitos e dá uma determinada importância às coisas que você despreza, assim, na teoria e passa por cima.* De uma tal consideração ele retira uma consequência para a instrumentação para o ensino: *... eu acho que o papel crucial que a Instrumentação deve ter não é simplesmente o de construir o experimento. Mas sempre procurar discutir essa fronteira entre teoria e prática.* No tocante à relação teoria-experimento, sua posição dá suporte à idéia de que as observações são carregadas de teoria: *... o experimento, a construção do experimento, ele não tem esse caráter de tentar explicar uma teoria. Ou seja, a teoria preexistente é que vem determinar, é que vem a dar suporte à construção de determinado experimento.* No contexto de um laboratório de física, o nosso entrevistado foi mais explícito: *... Quando eu tento construir um modelo, eu tento aproximar o meu modelo, o meu instrumento à realidade /.../ E o trilho de ar, (...) ele tenta, com certeza, diminuir ao máximo esse atrito. (...) Eu tô tentando modelar, tentando criar um modelo que se apresente cada vez mais próximo da realidade. Muito embora eu não consiga jamais diminuir esse atrito a ponto de que esse corpo se desloque até o infinito /.../ reduzir o atrito, ele vem aproximar o modelo de uma situação como é apresentada na teoria.*

Um outro professor entrevistado expressou sua convicção de que o caráter modelar da ciência fornece um balizamento pedagógico a ser seguido em sala de aula: *...discutir o caráter modelar da ciência. Você simula um modelo em sala de aula, aí você vai para o experimento /.../ Mostrar que a ciência naquele modelo dado em sala de aula, (...) o campo de aplicação é limitado.* Sob a complexidade da conexão experimento-teoria, o mesmo entrevistado considerou que: *... esse fatorzinho é desprezível sob determinados aspectos. Então, aquele meu experimento não é a realidade em si.* Desta forma, pondo em relevo os aspectos que são desprezados na construção de um modelo e o que precisa ser minimizado numa situação experimental, o entrevistado considerou que: *justamente quando eu vou falar, quando eu uso a linguagem em ciência, eu tenho que relevar os pressupostos que tô utilizando para tornar aquele modelo válido para a explicação daquele determinado experimento /.../ na verdade a gente trabalha com modelos simplificados.* Sua forma de referir-se à ciência enquanto uma construção metafórica, é clara na expressão que utiliza: uma “caricatura”. Em suas palavras: *... primeiro você tem uma realidade. A ciência é uma tentativa de*

caricaturar a realidade. Então, na tentativa de entender, a gente cria nesse processo dessa interação, do produtor da ciência com o objeto de estudo, essa interação, ela parece que influi no sentido de uma tentativa de criar um modelo aproximado daquilo que você quer estudar. Nessa interação aparecem muitos fatores. (...) os que estão presentes no fenômeno, a interpretação daquele cientista, daquela pessoa que tá fazendo aquela observação. (...) toda essa carga que o cientista tem de conhecimento científico, cultural, sociológico (...). Então dessa tentativa de entender a realidade, dessa tentativa nasce essa criação. A produção de um modelo, de muitos fatores que influenciam no produto final.

Um terceiro sujeito abordou as limitações da descrição científica da realidade em conexão com os objetivos de uma disciplina de Instrumentação para o Ensino da Física, da seguinte forma: *ora, as limitações que uma realidade impõe são tantas que você tem que fazer dela algo menos complicado pra poder, de fato, construir uma teoria. Como é que a Instrumentação entra aí? Eu acho que no sentido inverso. E mostrando toda aquela teoria que você estudou, quais são as maiores limitações e as simplificações com que você trabalha e até alertando pra você que a ciência não é uma coisa tão simples quanto aparece muitas vezes na física geral. Contextualizando tais considerações, no caso específico de um laboratório de ensino de física, o nosso terceiro sujeito afirmou que: que é difícil enxergar num trilho de ar, a inércia funcionando simplesmente, é, digamos, com a mente livre. Não existe essa idéia de mente livre. Todo sujeito que interpreta a realidade, ele interage com essa realidade. (...) pode abordar essa mesma realidade de maneiras diferentes. Isso lhe levou a tecer comentários sobre a conduta dos estudantes numa tal disciplina, decorrente da própria complexidade interpretativa: então, a complexidade também vai pela questão da interpretação que os sujeitos, (...) os alunos de Instrumentação e de outras cadeiras têm da realidade que tá diante deles. (...) muitas vezes, o modelo que funciona na cabeça do sujeito não é exatamente aquele modelo científico que a gente quer demonstrar, Tal consideração levou-o a tecer comentários acerca do caráter lingüístico da criação científica, no que toca à sua dimensão simbólica: (...) quer dizer, a palavra inércia, de uma maneira geral, ela é carregada de significados e como é que você trabalha isso aí? Você tenta, na Física, adequar a linguagem que foi criada, pelo ser humano, a uma realidade /.../ Eu acredito tanto na inércia, que eu já tomo ela como algo que não precisa ser provado. Eu acho que de fato não existe maneira de prová-la. Porque ela existe enquanto peça, vamos dizer, de uma invenção humana que é a mecânica newtoniana. (...) eu encaro a ciência como uma construção*

Nosso quarto sujeito adotou posições realistas críticas semelhantes. Suas considerações incluíram, inclusive, a necessidade de se 'problematizarem' as situações experimentais: *bom, eu acho que o experimento nessa disciplina proporciona que o aluno discuta o experimento. A relação de buscar uma provocação no instrumento que ele vai construir e vai saber usar. (...) Como eu falei antes, não é só a construção, a utilização também. (...) essa relação de como utilizar, na questão de problematizar, na questão de provocar o aluno com questionamentos e com perguntas. Suas convicções pós-positivistas revelaram-se, por exemplo, na forma proposta de trabalhar o experimento em sala de aula. Sua visão não toma o dado sensorial como uma origem neutra do conhecimento: ... trabalhando o experimento não significa que você vá partir do zero. Você vai partir de alguma coisa que você conhece. (...) O professor, ele vai sugerir alguns experimentos, vai trabalhar aqueles experimentos a partir de determinados conhecimentos teóricos. O experimento não vai surgir do nada, não vai surgir de repente na*

vida do aluno. Ele vai surgir e vão surgir os questionamentos a partir do que o aluno pensa sobre o experimento e sobre os conceitos que estão atrás daqueles experimentos. As necessárias simplificações do real para a construção de um modelo foram expostas pelo entrevistado com o recurso das “idealizações”, num sentido próximo daquele atribuído por Husserl (1976): Eu posso simplesmente mostrar pra ele que a situação que se apresenta é uma situação diferente da situação que devia. Ele vive num mundo de atrito. Portanto, ele tenta fazer uma idealização, ele tenta abstrair, ele tenta tirar algumas coisas de um problema real e fazer com que ele entenda um problema mais ideal. As decorrências de uma tal postura para o ensino da Instrumentação são claramente expostas: eu acho que o laboratório é uma maneira de você confrontar o que o aluno pensa e o que a ciência apresenta. Não garante que ele vai aprender no primeiro momento. Eu acho que o professor consegue fazer com que ele reflita aquele tipo de experimento. Aquele raciocínio, não sei se vai modificar o que ele tá pensando. Sua conclusão é inequívoca: eu acho que a gente pode, através do experimento, começar a trabalhar a questão teórica. Pode! Como eu falei logo no comecinho, que é uma forma de provocar dúvidas. Perguntas e dúvidas. (...) Pra depois você complementar no final, uma certa conclusão. Mas, não que seja no intuito de convencer o aluno

Conclusões

O quadro que pode ser lido através de uma análise dos protocolos da nossa pesquisa permite-nos afirmar que não é trivial que a tarefa de tornar a disciplina de Instrumentação para o Ensino da Física um espaço privilegiado para a discussão da natureza da ciência, e em particular da relação teoria-experimento, possa ser enfocada de forma produtiva. Diante do conservadorismo denotado na visão de uma parcela dos professores entrevistados, não seria de se esperar, da parte dos mesmos, algo muito diferente de um processo de inculcação ideológica indutivista no tocante à produção do conhecimento. Assim sendo, os experimentos parecem continuar a exercer nos corações e mentes daqueles professores, um certo papel de revelador da verdade. A possibilidade de ver um experimento como uma tentativa de objetificação de idealizações (Garrison, 1986; Matthews, 1987; Husserl, 1976), de minimizar detalhes que na teoria podem ser simplesmente ignorados, não passa muito em linha de conta para esta parcela dos entrevistados.

Os professores, no entanto, que demonstraram uma certa clareza a esse respeito, estão, efetivamente, tentando desenvolver um programa de ações que visa a reconstruir o espaço privilegiado das disciplinas de Instrumentação para o Ensino da Física. Parece animador perceber os esforços de um conjunto de colegas no sentido de desenvolver um ensino nitidamente experimental, sem cair no “canto da sereia” indutivista. O explorar as concepções alternativas dos estudantes, sem a ilusão da obtenção de mudanças conceituais imediatas como produtos da realização de “experimentos cruciais”, já nos parece um ganho substancial. O claro reconhecimento de que a mudança conceitual, antes de mais nada, passa por uma negociação de significados, por uma busca da intersubjetividade entre os educandos, é já algo que nos parece igualmente promissor. A idéia de incorporar a dialogicidade nas relações pedagógicas, ou seja, de incorporar um diálogo no qual haja uma troca sincera de interpretações que se

integrem de forma dialética, está, afinal, em sintonia com uma visão de ciência como um produto coletivo e não exclusivamente como produtos de desenvolvimentos individuais. O grande desafio é saber até que ponto as convicções destes professores estão, ou não, em sintonia com os seus discursos no que tange aos seus comportamentos de sala de aula. Isso, porém, é tarefa para uma outra pesquisa.

Referências bibliográficas

- ALTERS, B. Whose nature of science? *Journal of Research in Science Education*, v. 34, n.1, 1997.
- BEZERRA FILHO, S. *A relação teoria-experimento na visão de professores de física do segundo grau e de professores de instrumentação para o ensino de física: um estudo de caso*. Aracajú, 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe.
- BOYD, R., GASPER, P., TROUT, J. *The Philosophy of Science*. Cambridge, Massachusetts, Mit Press, 1991.
- CANTOR, G. Criticism of the projectile theory of light. *Physics Education*, v. 16, 1981.
- CHALMERS, A. What is this Thing Called Science? Milton Keynes, *Open University*, 1986.
- CHAPMAN, B. Special relativity and the Michelson-Morley experiment. *Physics Education*, v.14, 1979.
- CLEMINSON, A. Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 5, 1990.
- FEYERABEND, P. *Against method: outline of an anarchistic philosophy of science*. London, New Left Books, 1975.
- FLECK, L. *Genesis and development of a scientific fact*. Chicago, University of Chicago Press, 1981.
- FORGE, J. A role for philosophy of science in the teaching of science. *Journal of Philosophy of Education*, v. 13, 1979.
- GARRISON, J. Husserl, Galileo and the process of idealization. *Synthese*, v. 66, 1986.
- HANSON, N. *Patterns of discovery: an inquiry into the conceptual foundation of science*. London, The Scientific Book Guild, 1962.
- HODSON, D. Toward a philosophical more valid curriculum. *Science Education*, v. 72, n.1, 1988.
- HUSSERL, E. *La crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendentale*. Paris, Gallimard, 1976.
- KUHN, T. *The structure of scientific revolutions*. Chicago, University of Chicago Press, 1970.
- LAKATOS, I. *The methodology of research programs*. Cambridge, Cambridge University Press, 1989.
- LAWSON, A. What should students learn about the nature of science and how should we teach it? *Journal of College Science Teaching*, May, 1999.
- LEDERMAN, N., ZEIDLER, D. Science teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behaviour? *Science Education*, v. 71, n. 5, 1987.

- MATTHEWS, M. Experiment as the objectification of theory: galileo's revolution. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MISCONCEPTIONS IN SCIENCE EDUCATION, 2, 1987, Cornell. *Proceedings...* Cornell: J.D Novak, 1987.
- MATTHEWS, M. History, philosophy and science teaching: an approachment. *Studies in Science Education*, v.18, 1990.
- _____. *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. Londres, Routledge, 1994.
- MEDEIROS, A. Teachers of physics understanding of the nature of science with particular reference to the development of ideas of force and motion. 1992. Tese (Doutorado) – University of Leeds.
- _____. An investigation into errors made in attempts to solve mathematical problems. 1992. Tese (Doutorado)- University of Leeds.
- _____. Aston e a descoberta dos isótopos. *Química Nova na Escola*. nov, 1999.
- O'HEAR, A. *An introduction to the philosophy of science*. Oxford, Oxford University Press, 1990.
- POPPER, K. *The Logic of scientific discovery*. London, Harper & Row, 1968.
- POWERS, J. *Philosophy and the new physics*. London, Meuthuen, 1985.
- ROUSE, J. Husserlian phenomenology and scientific realism. *Philosophy of Science*, v. 54, 1987.
- SCHATZMAN, E. *Ciência e sociedade*. Coimbra, Almedina, 1973.
- SILVA, M. Realismo e anti-realismo na ciência: aspectos introdutórios de uma discussão sobre a natureza das teorias. *Ciência & Educação*, v. 5, n.1, 1999.
- SOLOMON, J. Teaching about the nature of science in the british national curriculum. *Science Education*, v. 75 , n.1, 1991.
- STRASSER, S. *Phenomenology and the human sciences*. Pittsburgh, Duquesne University Press, 1963.
- WARREN, P. *Physics for Life*. London, John Murray, 1988.
- WOOLGAR, S. *Science: the very idea*. London, Tavistock, 1988.