

IFUSP/P 361  
B.I.F. - USP

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**INSTITUTO DE FÍSICA  
CAIXA POSTAL 20516  
01000 - SÃO PAULO - SP  
BRASIL**

# publicações

IFUSP/P-361

17 NOV 1982



CONSIDERAÇÕES SOBRE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIA:  
II. SEU SIGNIFICADO, SEUS PROBLEMAS E SUAS PERSPECTIVAS

por

Alberto Villani

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

FORA DE  
CIRCULAÇÃO

Setembro/1982

CONSIDERAÇÕES SOBRE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIA:  
II. SEU SIGNIFICADO, SEUS PROBLEMAS E SUAS PERSPECTIVAS

RESUMO

O trabalho tenta caracterizar explicitamente a relevância social da Pesquisa em Ensino de Ciência, discutir os problemas internos e institucionais por ela enfrentados e, finalmente, esboçar uma perspectiva de desenvolvimento da Área.

Setembro/1982

CONSIDERAÇÕES SOBRE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIA:  
II. SEU SIGNIFICADO, SEUS PROBLEMAS E SUAS PERSPECTIVAS<sup>(1)</sup>

Alberto Villani\*  
Instituto de Física da USP

INTRODUÇÃO

Já foi discutida, na primeira parte deste trabalho<sup>(2)</sup>, a natureza da Pesquisa em Ensino de Ciência: o ponto mais importante dessa discussão foi a respeito da sua interdisciplinaridade, pois ela tem fortes consequências em relação a elaboração de uma política de desenvolvimento da área. É o assunto que discutiremos nessa segunda parte utilizando a seguinte sequência: em primeiro lugar tentaremos conhecer o significado social da pesquisa e avaliar a sua importância objetiva; em segundo lugar analisaremos os problemas que ela enfrenta, para poder ser coerente com a sua natureza e a sua importância social; em terceiro lugar tentaremos esboçar algumas perspectivas de desenvolvimento dessa pesquisa.

1. SIGNIFICADO E RELEVÂNCIA DA PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIA

Parece-nos que o problema fundamental a ser debatido e em relação ao qual é necessário tomar posição é a legitimidade da Pesquisa em Ensino de Ciência (e de Física em particular) como instituição, no Brasil, no começo da década de 80. O problema é importante pois envolve uma explicitação dos critérios de julgamento da aplicação de recursos públicos para o desenvolvimento de um determinado programa de pesquisa (em eventual detrimento de outros).

Na nossa opinião podemos distinguir dois tipos de critérios para julgar um programa de pesquisa: um primeiro tipo, que chamaremos de "objetivo", diz respeito diretamente ao objeto da pesquisa e envolve a avaliação da relevância dos resultados esperados para a sociedade como um todo; um segundo tipo de critérios, que chamaremos de "interno", envolve considerações sobre as contribuições que a própria pesquisa, como atividade socialmente constituída, ofe

\*Parcialmente financiado pelo CNPq.

rece ao desenvolvimento da Comunidade Científica.

### 1.1. Critérios "Objetivos"

O primeiro critério "objetivo", o mais evidente, envolve a resposta a pergunta: o ensino de Ciência é importante para a sociedade?

Evidentemente uma resposta negativa tornaria secundário o investimento de dinheiro público na Pesquisa em Ensino de Ciência: aliás a percepção de que um determinado objeto de pesquisa não tem importância primária para a Comunidade que fundamentalmente sustenta a pesquisa, na nossa opinião deveria ser um dos critérios para limitar<sup>(3)</sup> o seu desenvolvimento.

A nossa tese é que o ensino de Ciência em geral (e de Física em particular) é muito importante para o Brasil, para os brasileiros e para o mundo inteiro. Não iremos nos alongar nesta afirmação que, na nossa opinião, é bastante evidente: nos limitaremos somente a rápidos comentários.

"O mundo depende da Ciência, é óbvio. Nem que seja pelos problemas criados pela própria Ciência, ele precisa da Ciência para sobreviver. Se a Ciência é bem usada, ela se torna um bem comum.

Em um mundo em que a Ciência seja bem usada é conveniente que ela seja usada pelo maior número possível de pessoas."<sup>(4)</sup>

Parece-nos que mais do que isso, num mundo no qual a Ciência é bem conhecida, familiar, aprofundada, debatida, e, decerto forma, sua pesquisa é influenciada pelas aspirações do maior número de pessoas, ela mais dificilmente poderá ser usada contra o bem comum. Se as pessoas conhecessem seriamente a Ciência, as suas possibilidades e os seus limites<sup>(5)</sup>, mais dificilmente se poderiam usar argumentos revestidos de "cientificidade" para convencer a população da conveniência de determinados projetos, que na realidade somente favorecessem os interesses de uma minoria de pessoas ou de um pequeno grupo.

Na nossa opinião, o saber é uma fonte básica de poder nas relações sociais<sup>(6)</sup> e o saber científico uma das mais poderosas: além de constituir-se num mapa para explorar um sem número de benefícios espalhados na sociedade, ele é a arma dialética que marca as lutas pela posse do bem-estar social e individual<sup>(7)</sup>. Daí a necessidade de difusão deste saber.

Um segundo critério "objetivo" envolve a resposta à pergunta: o ensino de Ciência é problemático? Poderia ser que existisse uma tradição suficientemente estabelecida que tornasse o ensino de Ciência uma tarefa não muito complexa e sobretudo eficiente. Inelizmente não é assim, sobretudo no nosso país, e, na nossa opinião, nunca existirá esta tradição. Existem muitas dificuldades e muitos problemas a serem resolvidos se quisermos tornar o ensino da Ciência satisfatório de vários pontos de vista:

"Põe-se então o seríssimo problema de estender os benefícios do conhecimento da Ciência ao maior número possível de pessoas, que, em sua grande maioria, não terão especiais pendores científicos e nem a posição que temos, e que nos fazem persistir ao longo da trilha de nossa péssima escola, que é pródiga em estímulos para o abandono e desistência.

A importância e a inevitabilidade da pesquisa em Ensino de Ciência vem daí... Em outras palavras, opor-se a um programa de pesquisa em educação científica é obscurantismo."<sup>(4)</sup>

Tentando explicitar a seriedade do problema de estender os benefícios do conhecimento da Ciência podemos dizer que existem duas fontes de problemas que os tornam praticamente inesgotáveis.

De um lado a evolução da Ciência, que com o decorrer do tempo se aprofunda e/ou se transforma no significado do seu núcleo fundamental e no refinamento e amplitude dos seus resultados. Desconhecer estas mudanças significa ensinar uma Ciência arcaica, muito pouco viva e conseqüentemente pouco interessante: isso é o primeiro passo que leva ao abandono do ensino de Ciência e, sobretudo, da sua aprendizagem.

De outro lado a transformação dos docentes, dos aprendizes e da sua relação pedagógica implica num repensamento contínuo do ensino e da sua função. O ampliamto dos conhecimentos prévios, o deslocamento das motivações, a mudança dos valores científicos e sociais e da cultura geral da sociedade na qual se realizam os processos de ensino e de aprendizagem, mudanças que se tornam rapidamente institucionalizadas, exigem uma análise adequada a partir de modelos desenvolvidos nas várias ciências humanas.

No caso específico do Brasil, onde a maioria da população é marginalizada em relação a cultura científica, o problema é mais grave e mais complexo: não se trata somente de renovar e aprofundar o ensino da Ciência, mas propriamente de iniciá-lo para uma maioria que, além do mais, tem uma cultura bem diferente daquela que sustenta o desenvolvimento científico. Daí o problema de introduzir uma

série de conhecimentos sem destruir as raízes culturais dos aprendizes e os correspondentes valores: em outras palavras, o desafio que se nos apresenta é de contribuir para a formação científica sem colonizar, duas atividades não facilmente separáveis.

### 1.2. Critérios Internos

Além da relevância do objeto de pesquisa e dos resultados esperados em relação a compreensão desse objeto, existem outros critérios para o julgamento da importância de um programa de pesquisa: eles envolvem a avaliação da relação entre o programa de pesquisa e a Comunidade Científica.

Numa situação na qual a maioria da população é alienada, em relação ao desenvolvimento da Ciência, e os poderes constituídos de fato não estão pressionando a Comunidade Científica para que ela corresponda às necessidades e aos anseios da maioria da população, põe-se o problema de encontrar os legítimos intérpretes desses anseios.

Na nossa opinião, a própria Comunidade Científica deve ser, pelo menos provisoriamente até que sejam encontradas formas mais legítimas de representação, a intérprete das necessidades da sociedade em relação à Ciência. Mas para que isso aconteça de forma adequada, é necessário que a Comunidade Científica tenha um desenvolvimento "orgânico" e "aberto"<sup>(8)</sup>. Aliás, essa necessidade é intrínseca à própria função da Ciência, pois quando a Comunidade Científica se afasta (ou melhor não se aproxima suficientemente) desse ideal de desenvolvimento "orgânico" e "aberto", ela entra em períodos de involução.

Nessa altura é necessário explicitar o que significa para nós, um crescimento "orgânico" e "aberto" da Comunidade Científica.

#### 1.2.1. "Organicidade" e "Abertura" da Comunidade Científica

O crescimento orgânico significa que a Comunidade Científica, sendo considerada como um todo fundamentalmente interdependente, não pode admitir o crescimento desproporcional de um setor em detrimento de outros; a longo prazo isso se refletiria na instauração de privilégios e vícios, contrários a própria vitalidade global da Comunidade.

Vejamos alguns exemplos dentro da Física. Suponhamos que, pelas dificuldades econômicas, os programas de pesquisa experimental avançada sejam praticamente deixados no esquecimento, ou pelo

menos no limite da sobrevivência, e, ao contrário, a pesquisa teórica, mais barata, seja muito estimulada: num prazo não muito longo, a própria pesquisa teórica, para se manter viva<sup>(9)</sup>, vai precisar de entrar em contato tão estreito com as pesquisas dos outros países, que paralelamente desenvolveram a física experimental, que seu custo vai igualar, se não ultrapassar, aquilo que foi poupado anteriormente, com o agravante de uma dependência total do exterior e da impossibilidade de desenvolver uma tecnologia nacional.

Ao contrário suponhamos que o fomento da pesquisa teórica seja reduzido, com a justificativa de que ela não leva a resultados práticos imediatos: a consequência seria que em breve a própria pesquisa experimental e tecnológica seria completamente dirigida e orientada pelos padrões e pelas diretrizes dos países avançados, perdendo grande parte da sua função e acarretando, a curto prazo, uma diminuição fatal de cientistas capazes de entender e trabalhar os resultados obtidos, nem mesmo do ponto de vista tecnológico ou cultural.

Mais um exemplo. Suponhamos que sejam boicotadas as tentativas de instauração de novas áreas interdisciplinares com a justificativa de que não se trata de pesquisas de alto nível: o efeito a médio prazo seria um esclerosamento das disciplinas, o seu fechamento em programas asfixiantes<sup>(10)</sup> e a progressiva perda de significado da pesquisa. Na nossa opinião, a exigência de interdisciplinaridade nasce da complexidade do objeto pesquisado e da percepção de que uma análise com condições de contorno extremamente simplificadas já não é mais satisfatória para o entendimento do próprio objeto de pesquisa.

Na nossa opinião a pesquisa científica deve ser fundamentalmente "aberta" aos problemas que aparecem no seu decorrer, independentemente da amplitude destes problemas; isso não significa que qualquer programa de pesquisa deva enfrentar qualquer problema que envolva a ampliação do âmbito da própria pesquisa, pois isso de fato levaria a uma impossibilidade prática de chegar à alguma conclusão parcial, que é o produto normal de uma pesquisa; isso significa simplesmente que as pressões para uma ampliação do âmbito das pesquisas e para uma alteração das condições de contorno não podem ser suprimidas, mas devem ser canalizadas para uma discussão mais ampla e resolvidas pela Comunidade Científica como um todo, através de uma política científica adequada<sup>(11)</sup>.

Esta "abertura" aos problemas gerados pela própria pesquisa, nos leva a uma outra "abertura" que se torna um outro requisito para o desenvolvimento adequado da Comunidade Científica: a sua sen

sibilidade fundamental aos problemas da sociedade.

Na nossa opinião a pesquisa científica, realizada em Institutos ou Centros mantidos com o dinheiro público não é prioritariamente o culto e a homenagem à procura da verdade e à sabedoria, mas principalmente o desenvolvimento de modelos de explicação capazes de ajudar os homens a lidar com maior sucesso no trato com a natureza em favor da humanidade como um todo e em especial daquela população que sustenta, pelo menos economicamente, o desenvolvimento da pesquisa.

Isso significa o imperativo e a coragem de procurar a chave de casa no escuro, onde provavelmente poderá ser encontrada e abandonar o poste e a sua luz que poderia ajudar muito a encontrar outras coisas, talvez até úteis, mas incapazes de permitir a entrada em casa. Isso envolve, por parte da Comunidade como um todo, a invenção de mecanismos de recompensa análogos aos utilizados para o prosseguimento da pesquisa "tradicional" (que tem uma tradição), a fim de que esta atitude salutar seja mantida continuamente.

Na nossa opinião, isso envolve também um repensamento e um questionamento da estrutura de poder da Comunidade Científica, em favor de uma real democratização das opções.

Em geral pode ser considerado uma contribuição a construção de uma Comunidade Científica orgânica e aberta, uma política que favoreça:

- a) a intercomunicação entre os vários setores da Comunidade Científica;
- b) o debate e a tomada de consciência da situação de um setor de pesquisa em relação aos outros, e das eventuais distorções na alocação de recursos humanos, materiais e estruturais;
- c) o debate e a tomada de consciência de problemas novos da sociedade ou de problemas antigos, abandonados ou resolvidos somente de forma parcial devido a sua complexidade;
- d) a programação e realização de iniciativas concretas que vissem resolver problemas internos ou externos à Comunidade Científica.

Até agora não foi feita referência, na caracterização da relevância de uma pesquisa, a critérios internos ao próprio programa, como por exemplo, a sua coerência, sua profundidade e seu significado, em relação ao estabelecimento de uma teoria ou a confirmação de um paradigma.

Na realidade, este aspecto não foi esquecido: ele está implícito no critério do crescimento orgânico da Comunidade Científica.

ca, pois o desrespeito a solidez científica de um programa de pesquisa, além de gerar mal-estar e frustração da própria Comunidade que se sente ludibriada em suas expectativas, favorece o "carreirismo" e a falta de seriedade profissional, tornado a pesquisa uma apêndice dócil do poder público. Em outras palavras, coerência interna, rigor metodológico, experimentação cuidadosa, fundamentação teórica abrangente são fundamentais em qualquer pesquisa científica digna deste nome; no entanto, o que é esperado a este respeito de um programa de pesquisa de uma área madura, com uma tradição e com padrões de qualidade bem estabelecidas, não é o mesmo (e não pode sê-lo) do caso de uma área incipiente, onde o maior problema é ainda a formulação adequada dos seus problemas de forma a poderem ser abordados utilizando os poucos métodos conhecidos e até mal estabelecidos.

A nossa opinião é que uma Comunidade Científica que cresce organicamente deve continuamente incentivar de modo equilibrado as áreas incipientes e as áreas maduras e, sobretudo, a sua interação, de forma que eventuais distorções sejam corrigidas quase que espontaneamente.

Um exemplo de crescimento não orgânico e da sua posterior correção, no campo da Física, é o aumento enorme dos pesquisadores interessados em partículas elementares entre os anos 1960 e 1970 no hemisfério norte: este aumento fez com que se produzisse um grande número de trabalhos não significativos<sup>(12)</sup> gerando frustrações e muitas vezes o abandono da pesquisa como atividade profissional<sup>(13)</sup>. A onda de contestação geral que sacudiu o mundo inteiro em 1968, fez com que vários problemas da sociedade emergissem de forma dramática: aqueles mais diretamente ligados à Física atraíram vários pesquisadores, sobretudo da área de partículas elementares, que, desta forma, iniciaram ou deram continuidade às pesquisas interdisciplinares<sup>(14)</sup>.

### 1.2.2. A contribuição da pesquisa em Ensino de Ciência

Esclarecido o significado do crescimento "orgânico" e "aberto" da Comunidade Científica, o próximo passo será mostrar como a pesquisa em Ensino de Ciência contribui para isso.

a) Pela sua natureza interdisciplinar, a pesquisa em Ensino de Ciência proporciona ocasiões de interação entre pesquisadores de várias áreas, favorecendo desta forma um desenvolvimento mais crítico das várias áreas e gerando corresponsabilidade que é elemento unificador de uma comunidade.

b) Pela sua possibilidade de aplicações imediatas, a pesquisa em Ensino de Ciência tem a tendência a analisar e possivelmente resolver problemas da própria Comunidade Científica que, pela sua composição, envolve docentes e aprendizes. Essa contribuição aumenta de fato a possibilidade de interação construtiva entre diferentes gerações com as vantagens de proporcionar uma aprendizagem mais eficiente da Ciência estabelecida, de introduzir novas idêias ou maneiras de ver os problemas a serem enfrentados e de sensibilizar toda a Comunidade a novos problemas, mais facilmente percebidos pelas novas gerações.

c) Pela complexidade dos problemas pesquisados ela envolve muitas vezes a introdução de novos critérios de análise e de avaliação dos resultados: isso colabora para que a Comunidade como um todo tome consciência de que o seu desenvolvimento envolve, às vezes, mudanças de critérios e de valores científicos. Em outras palavras isso ajuda para uma compreensão mais correta do significado das revoluções científicas e do valor da própria história científica como fonte de reformulação de idéias e de programas de pesquisa. Na nossa opinião essa abertura à mudança das idéias básicas pode até ajudar na preparação de revoluções científicas, pelo menos retirando os bloqueios que impedem a sua geração.

d) Pela sua preocupação com a extensão do conhecimento científico a toda a população, ela se torna de fato uma das pontes entre Comunidade Científica e Sociedade. Se a pesquisa em Ensino de Ciência for coerente com as suas aspirações, ela vai ter que abordar de forma radical o problema do ensino de Ciência para as populações marginalizadas, contribuindo dessa maneira para que a Comunidade Ciêntífica se torne intérprete coerente das aspirações dessas populações em relação à Ciência.

## 2. PROBLEMAS E DIFICULDADES DA PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIA

A discussão até agora realizada sobre a importância e o significado da pesquisa em Ensino de Ciência, pelo menos em parte e implicitamente, já se preocupou em salientar as dificuldades e os problemas que a realização sistemática da pesquisa pode enfrentar e de fato enfrenta. No entanto, isso será o tema analisado explícita e sistematicamente nesse item, que, por sua vez, será seguido da tentativa de elaboração de uma política de desenvolvimento para a área que resolva, pelo menos em parte, as dificuldades levantadas.

Pela experiência que temos na pesquisa em Ensino de Físi-

ca, podemos detetar três tipos de problemas que a pesquisa em Ensino de Ciência enfrenta: um primeiro, que se refere a pesquisa como tal, incluindo a implementação da sua interdisciplinaridade, a definição de prioridades e o desenvolvimento de "linhas"; um segundo que se refere ao seu relacionamento com as fontes de financiamento, a estruturação efetiva de grupos, a definição de campos de trabalho e a reprodução dos seus pesquisadores, incluindo a estruturação de uma carreira apropriada; finalmente um terceiro tipo de dificuldades refere-se à utilização dos seus resultados, que implica no envolvimento dos professores de Ciência, na prestação de serviços e de funções comunitárias nas escolas de 1º, 2º e 3º graus.

### 2.1. Problemas Internos

A nossa tese é que os problemas internos da pesquisa em Ensinho de Ciência, que dizem respeito a definição de linhas de pesquisa estáveis, tem origem na natureza interdisciplinar da pesquisa e não podem ser resolvidos por uma simples decisão dos pesquisadores, pois envolvem o respeito de prioridades dentro do contexto cultural brasileiro.

Já foi abundantemente discutido<sup>(2)</sup> como a característica fundamental da pesquisa em Ensino de Ciência é a sua dúplice interdisciplinaridade, que envolve de um lado uma disciplina de Ciências Exatas (Física, Química, Biologia, etc.) e de outro lado a Educação, que por sua vez implica num conjunto de disciplinas metodológicas (Sociologia, Psicologia, História, Pedagogia, etc.). A reunião em forma estável de competências tão diferentes é um problema sêrio, permanente, e não facilmente solúvel.

A dificuldade na definição de linhas de trabalho estáveis na área de Ensino de Ciência envolve a solução, pelo menos parcial, da dificuldade da interdisciplinaridade. De fato o que define uma linha de trabalho é o encontro de um objeto de pesquisa que possa ser tratado em trabalhos sucessivos, com uma base teórica comum e de forma que os resultados de uma passo possam ser considerados como ponto de partida para o sucessivo. Em geral, na pesquisa em Ensino de Ciência, isso é possível somente envolvendo a interdisciplinaridade, pois o aprofundamento de um dos aspectos torna-se sofisticação inútil se não for enfrentado também o outro aspecto.

Vejamos um exemplo bem típico: a programação de um curso. Suponhamos que um determinado método tenha sido aplicado com determinados resultados, alguns decididamente positivos, outros menos. A possibilidade da continuidade da pesquisa envolve uma análise mais

aprofundada do conteúdo a ser ensinado, dos interesses culturais e profissionais dos alunos, de sua bagagem intuitiva, da qualidade de suas estruturas mentais (no sentido piagetiano), etc.. Cada um desses problemas é importante para que a programação de um curso possa ser aprofundada em etapas sucessivas. Outro exemplo, menos abrangente: a análise da "rede"<sup>(15)</sup> de conceitos dos alunos. Uma vez "mapeados" os conceitos utilizados em várias disciplinas, se se quiser um aprofundamento no entendimento do significado dos resultados, não se pode escapar da análise das idéias intuitivas que acompanham estas "redes", das sequências de sua utilização, das modificações que elas sofrem por causa da própria pesquisa, só para citar algumas exigências que podem tornar o resultado da pesquisa ponto de partida para uma compreensão mais profunda da aprendizagem dos alunos.

Em outras palavras, se um programa de pesquisa não for realmente interdisciplinar, torna-se rapidamente estéril e seus resultados servem principalmente para garantir as carreiras acadêmicas dos pesquisadores, como pode acontecer em qualquer outra área de pesquisa.

Raros são os projetos de trabalho, e mais raros ainda são os trabalhos realizados que incorporam esta visão: o que acontece na prática atual é que as pesquisas são elaboradas, em geral, ou acentuando o papel educacional do ensino e/ou da aprendizagem e deixando o conteúdo explícito da Ciência como algo estabelecido e sem problemas inerentes ou, ao contrário, problematizando o conteúdo e considerando o aspecto educacional como padronizado.

Com isso não queremos criticar as pesquisas atualmente desenvolvidas, sustentando que todas tenham que dar uma contribuição significativa interdisciplinar<sup>(16)</sup>: isso não só seria impossível praticamente, como seria também indesejável teoricamente, pois os próprios aprofundamentos interdisciplinares são frutos de trabalhos sucessivos que supõem amadurecimentos dos problemas e dos pesquisadores, fatos conseguidos somente com anos de pesquisa. Na nossa opinião o problema não é a existência de trabalhos individuais que enfrentam problemas parciais e utilizam simplificações de vários tipos: o problema é a não existência de uma articulação desses trabalhos em projetos abrangentes e significativamente interdisciplinares.

Queremos somente mostrar que essa é a única perspectiva a médio prazo da pesquisa em Ensino de Ciência: conseguir trabalhos significativos que sejam pilares no sentido de definirem programas estáveis de pesquisa, que envolvam trabalhos parciais em várias disciplinas, e pilares no sentido de serem sínteses finais apropriadas e

realmente abrangentes.

Talvez quanto afirmado anteriormente sugira a idéia de que a decisão de implantar um programa de pesquisa interdisciplinar dependa unicamente da vontade dos pesquisadores: no entanto a implementação de um programa de pesquisa deste tipo depende muito da elaboração de um projeto com possibilidade de resultados interessantes, sucessivos, e progressivos: prever a priori um projeto deste tipo é muito difícil, pois, em geral, na melhor das hipóteses, é somente a partir dos resultados anteriores que podem ser intuídas as possibilidades concretas de aprofundamento.

O que os pesquisadores podem fazer é definir, explicitamente ou implicitamente, problemas de pesquisa e tentarem serem perseverantes nestes problemas e fiéis às sugestões derivantes da própria pesquisa: quanto isso vai desabrochar num trabalho coerente e estável é difícil prever: no entanto esta atitude, mesmo que os resultados parciais não sejam brilhantes, parece-nos preferível a de importar simplesmente modelos elaborados em outros ambientes culturais: o amadurecimento profissional dos pesquisadores vai recompensar num futuro não muito longínquo o tempo aparentemente perdido no começo. Na nossa opinião os dois perigos que devem ser evitados pelos pesquisadores da área são: de um lado a adoção rápida e simples de tipos de pesquisas importados e que não brotam de uma análise da situação local, e de outro lado a adoção de uma sequência aleatória de pesquisas, aos sabores do momento sem critérios de prioridade e sem perspectivas de unificação. Uma política de desenvolvimento da área deve considerar estas dificuldades e se esforçar para propor sugestões alternativas adequadas a partir da natureza e das características da área e não dos trilhos seguidos em outras áreas com tradição estabelecida. Na nossa opinião o problema mais urgente é encontrar pesquisadores que orientem e/ou coordenem projetos de pesquisas abrangentes e interdisciplinares. Estes projetos teriam a função de se constituir como o sustento de uma transição para uma fase mais amadurecida da área e, ao mesmo tempo, de propiciar o ambiente favorável a formação dos que estão iniciando na área.

Essas considerações nos levam para a discussão da elaboração de um curriculum adequado para os (futuros) pesquisadores da área: a dificuldade existe, pois a finalidade da formação é tornar o aprendiz capaz de manipular, simultaneamente ou sucessivamente, noções, intuições e problemas científicos e educacionais para poder localizar aos poucos os elementos centrais da pesquisa em questão.

É verdade que a real aprendizagem da pesquisa em Ensino de Ciência se dá participando dela; no entanto existem condições pré-

vias, que devem ser dadas pela formação anterior e que permitem a participação ativa numa pesquisa. São estas condições que devem facilitar a síntese entre elementos de conteúdo científico e elementos educacionais. A criatividade básica da área se dá na busca de metodologias adequadas, dentro de um contexto da Educação, para resolver problemas de ensino de conteúdo de Ciências Exatas. O ponto crítico é a formação de uma intuição básica para uma síntese equilibrada: o problema da educação dos pesquisadores é também a explicitação de uma formação equilibrada que favoreça esta síntese de diferentes disciplinas ou melhor o "encaixe" das exigências de diferentes disciplinas.

Outro ponto, ligado aos anteriores, é o problema do intercâmbio científico com o exterior, considerado como subsídio na formação dos pesquisadores da área, e na elaboração de pesquisas. Este subsídio, em geral, não deveria ultrapassar o nível da assessoria, ou da troca de experiências e não ser a fonte para o desenvolvimento de linhas de pesquisa subsidiárias. O ponto crucial a ser desenvolvido nos nossos pesquisadores é a capacidade de equacionar os problemas de pesquisa de acordo com as exigências culturais e sociais do país: isso é produzido somente com uma boa experiência educacional e de pesquisa. Se esta condição for respeitada consideramos, em geral, positivo um estágio no exterior; se essa condição não for satisfeita, o estágio se tornará mais uma contribuição para a dependência científica e cultural dos nossos pesquisadores, levando-os facilmente a esterilidade na produção de trabalhos relevantes.

Estas considerações nos levam a discutir um outro ponto que tem sido alvo de debates: o academicismo das pesquisas. O fato da grande maioria das pesquisas em Ensino de Ciência ser desenvolvida em Instituições acadêmicas teria desvirtuado a finalidade a ser alcançada com elas pela preocupação de satisfazer a determinados "padrões acadêmicos". Afinal fazer uma tese ou publicar um artigo numa revista conceituada já seria um resultado significativo.

Em primeiro lugar a distinção entre problema "real" e problema "acadêmico" não é tão radical: ambos são construções intelectuais que supõem modelos mais ou menos explícitos e focalizam a quebra de uma expectativa. A diferença está nos modelos que podem ser mais ou menos precisos: muitas vezes modelos intuitivos são mais precisos que modelos fundamentados teoricamente.

Em segundo lugar a pesquisa acadêmica é julgada pelos próprios pesquisadores: eles inventam os critérios de relevância. Se a relevância do problema enfrentado constitui ou não um dos critérios de julgamento de um trabalho acadêmico, depende unicamente da

opinião e do consenso dos próprios pesquisadores a respeito.

Em terceiro lugar o que a pesquisa acadêmica exige é uma racionalização que permita a discussão de idéias, métodos e resultados. Se a racionalização valorizada é artificial ou, ao contrário, ela é a explicitação da intuição do pesquisador, depende da comunidade dos próprios pesquisadores e do consenso a respeito. Também não se pode esquecer que o limite entre uma racionalização artificial e uma mais realista é difícil de localizar: não são poucas as vezes em que aquilo que parecia fundamentado intuitivamente revelou-se preconceito, e o que parecia artificial transformou-se em crença profunda do pesquisador.

Em quarto lugar é preciso considerar as condições de contorno, que podem ou não favorecer um tipo de pesquisa mais acadêmica; no entanto, a natureza do problema enfrentado e o tipo de racionalização escolhida depende do pesquisador e dos valores da sua comunidade.

Finalmente, em quinto lugar, acreditamos que o acoplamento pesquisa acadêmica-prestação de serviço possa de fato minimizar este problema. Este último ponto será discutido mais adiante.

## 2.2. Problemas Institucionais

Neste ítem tentaremos analisar as dificuldades que a pesquisa em Ensino de Ciência encontra não em si mesma, mas enquanto depende de um contexto social e precisa de um reconhecimento externo.

A nossa tese é que a origem dos problemas e das dificuldades se encontra nas características das pesquisas propostas, na sua interdisciplinaridade radical que faz com que de um lado seja difícil elaborar um projeto estável e promissor sem passar por uma série de tentativas programadas (é aquilo que vimos no ítem anterior) e de outro lado seja difícil o seu reconhecimento externo pois os critérios de julgamento da boa qualidade de um programa interdisciplinar são diferentes dos critérios adotados para as disciplinas tradicionais.

A elaboração e a aceitação destes critérios não são simples por parte dos próprios pesquisadores: várias vezes tem acontecido de pessoas ligadas à área desistirem da pesquisa por falta de apoio ou por incompreensão, não tendo percebido que não era a sua maneira de trabalhar que estava inadequada, mas ao contrário a maneira dos outros julgarem o seu trabalho. Às vezes duras batalhas devem ser travadas para impor um plano de pesquisa, e compromissos devem ser aceitos para podê-los executar, compromissos que, a longo pra

zo, se revelam como verdadeiras camisas de força e inibem a criatividade na pesquisa.

O critério fundamental que define a habilidade de um pesquisador é a adequação da aplicação dos elementos educacionais aos elementos de conteúdo científico. Já vimos isso anteriormente, mas é importante sublinhar este caráter sintético, pois é ele que deveria ser julgado em primeiro lugar. E é também claro que nem um especialista em Educação sem conhecimento da Ciência em questão, nem um especialista em Ciência sem algum conhecimento de metodologias e de problemas de Educação, tem a capacidade de avaliar isso; no máximo o que ambos podem avaliar é se existem falsas interpretações do ponto de vista das suas disciplinas, mas não se a síntese das diferentes disciplinas é a mais apropriada.

Um outro exemplo da diferença de critérios na avaliação do desempenho de uma pesquisa é a análise do seu relacionamento com o exterior. Numa Ciência madura, uma vez implantados paradigmas, não tem muito sentido trabalhar ignorando-os: daí o livre trânsito entre pesquisadores de diferentes países, pois muitas das pesquisas são padronizadas<sup>(17)</sup>. No caso da pesquisa em Ensino de Ciência uma ligação muito estreita entre pesquisas nacionais e estrangeiras, quando ela revela dependência, não é um elemento positivo, mesmo que os seus resultados sejam publicados em revistas internacionais.

Na nossa opinião, é preferível trabalhar com maior lentidão e dificuldade, mas de forma autônoma, pois somente o domínio de uma pesquisa pode garantir o seu futuro; não queremos com isso pregar o isolacionismo, pois autonomia não significa isolamento. De fato, o isolamento também é, em geral, um defeito num programa de pesquisa.

Insistimos até demais neste ponto dos critérios específicos de um projeto de pesquisa, pois nele está a origem, na nossa opinião, das dificuldades que a área encontra no seu processo de institucionalização e que envolve problemas de financiamentos, de estruturação de grupos, de definições de carreiras e da articulação burocrática da interdisciplinaridade.

Vamos por ordem<sup>(18)</sup>:

1) Problemas de financiamento. Qualquer projeto de pesquisa envolve verbas de pagamento de pessoal, serviço de terceiros, material permanente e de consumo. Em parte essas verbas são fornecidas pela Instituição à qual pertencem os pesquisadores, mas muitas vezes (quase sempre) é necessária uma complementação. Daí a luta para obter outras verbas de fontes nacionais e internacionais. Essas fontes,

além de dispor de recursos em geral escassos frente à demanda, tem o problema da sua distribuição, o que sempre envolve a adoção de critérios de julgamento de prioridade. Uma área de pesquisa nova como a de Ensino de Ciência, na qual os próprios pesquisadores não tem muita clareza dos critérios de julgamento, certamente será desfavorecida ou, pior ainda, deverá assistir a verdadeiras inversões de valores e de prioridade, causadas pela pouca competência dos que devem julgar os pedidos.

2) Problemas de formação de grupos. O clima de competição que se realiza em relação às fontes de financiamento, se repete, às vezes de forma mais grave, em relação à própria Instituição de origem. Tentativas de formar grupos estáveis são frustradas por um clima geral contrário que faz com que, em alguns casos se exija dos pesquisadores da área uma prestação de serviços adicionais<sup>(19)</sup>, que, a médio prazo, gera desânimo e torna extremamente difícil a elaboração de uma pesquisa bem feita, a qual, por sua vez, não é simples.

Análogo à formação de um grupo é o problema do seu desenvolvimento de um grupo, que precisa do intercâmbio com outros grupos da mesma área, da assessoria adequada de especialistas de várias disciplinas e também de um mínimo de perspectiva de sua ampliação numérica para poder enfrentar novos e mais amplos problemas. Esta dificuldade em parte é resolvida com a utilização de bolsas de estudo, mas essa possibilidade é limitada somente a alguns centros que admitem explicitamente o trabalho de pesquisa na área de Ensino de Ciência, e o consideram pertinente às áreas de Educação ou de alguma Ciência Exata, principalmente Física.

Uma perspectiva de articulação de grupos menores e distantes num projeto mais amplo será discutida mais adiante.

3) Problemas de definição de carreira. Atualmente as opções que existem para o avanço na carreira de pesquisador na área de Ensino de Ciência não são muito bem estabelecidas. Como primeiro passo, existe uma pós-graduação específica, em Ensino de Ciências (mod. Física) que oferece o mestrado nessa área e existe também a possibilidade de dissertações junto à pós-graduação em Educação, dentro da mesma área, ou em Física.

Para o doutoramento o problema é mais complicado, pois ainda não está em funcionamento o doutorado em Ensino de Ciências (mod. Física), restando como opções a escolha entre as pós-graduações em Educação, em Psicologia ou outras Ciências Humanas, de um lado, e em Ciências Exatas do outro. No entanto, as várias alternativas são pouco atraentes: um doutoramento específico em alguma Ciência Humana, a

apresenta a dificuldade de encontrar orientadores com competência específica em Ensino de Ciência; no caso de candidatos oriundos de Institutos de Ciências Exatas, há também problemas de reconhecimento acadêmico na volta à Instituição de origem. Um doutoramento específico em alguma Ciência Exata, apresenta sérias restrições às possibilidades de desenvolver um trabalho interdisciplinar.

Uma outra opção é o doutoramento no exterior, principalmente nos E.U.A. e na Inglaterra, onde existem várias Instituições especializadas em "Science Education". Já acenamos aos riscos de uma estadia prolongada no exterior, sobretudo em se tratando de candidatos com pouco amadurecimento de pesquisa; podemos aqui salientar também os problemas econômicos ligados a estadia no exterior, pois a obtenção de auxílios adequados para este fim não é muito simples.

A implantação do doutorado é portanto um imperativo na área, mas a sua realização envolve dificuldades de várias naturezas, fundamentalmente ligadas à programação e avaliação de pesquisas interdisciplinares.

4) Problemas do reconhecimento burocrático da interdisciplinaridade. Este problema é típico da escola brasileira, fragmentada em setores estanques. É realmente difícil envolver pesquisadores de outras áreas num trabalho interdisciplinar, pois o tempo gasto nisso não tem um reconhecimento adequado nas Instituições de origem. Assim, atualmente, a assessoria ou até a participação direta numa pesquisa em Ensino de Ciência é conseguida na base de favores pessoais e de contatos esporádicos. No entanto, um progresso real da área na linha do consolidamento só poderá ocorrer em se garantindo uma estrutura que facilite o trabalho interdisciplinar. Esta estrutura de verá começar a partir da formação dos pesquisadores e da elaboração de um curriculum adequado.

5) Problemas de reconhecimento prático nas Instituições de Ciências Exatas. Talvez a dificuldade encontrada pelos especialistas em Ensino de Ciência para terem reconhecida sua competência específica nas Instituições de Ciências Exatas, seja um dos motivos que mais amarram o desenvolvimento da área.

Já acenamos, em parte, para este problema: queremos aqui salientar que a reivindicação dos pesquisadores da área não é em relação as tomadas de decisões sobre questões de ensino, mas em relação ao reconhecimento da função de assessores que lhe deveria ser atribuído.

O problema não é tão simples. De fato, existe um saber

prático que vem da atuação como docentes por anos e anos e além disso, existe uma responsabilidade específica de cada docente da Instituição em relação a sua turma: na nossa opinião isso faz com que, em última instância, as decisões sobre ensino devam ser tomadas pelo corpo docente como um todo. No entanto, existe também, a respeito de Ensino de Ciência, um saber teórico, estruturado, que é capaz de apontar soluções novas, indicar problemas não percebidos ou pelo menos equacionar de forma global os problemas em jogo. Finalmente existe o saber teórico sobre o conteúdo a ser ensinado. Destes três saberes, o segundo é o mais ignorado, sendo na maioria das vezes substituído pela tradição de Ensino da Instituição. Na nossa opinião, na base desta situação está toda a ideologia das Instituições Científicas, que focaliza principalmente o conhecimento específico do conteúdo e o saber que vem da pesquisa em Ciências Exatas e que, de fato, visa principalmente a reprodução deste saber através da iniciação de uma minoria de alunos.

O círculo vicioso gerado pelas dificuldades acima enumeradas pode ser visualizado com a sequência: a área recebe pouco apoio financeiro, por isso não se expande, por isso atrai pouco os alunos mais brilhantes, por isso demora em conseguir os seus resultados, por isso atrai pouco a ajuda de outros especialistas, por isso os seus resultados são mais questionáveis, por isso o seu reconhecimento prático é desprezado, por isso recebe pouca ajuda financeira... Não queremos com isso dizer que a ajuda financeira seja o início de todo o processo: poderíamos ter começado por qualquer um dos outros elos e igualmente ter fechado o círculo.

A prova disso é que até agora somente a Física tem conseguido uma institucionalização explícita da sua pesquisa em Ensino, com possibilidade de obter um apoio, pelo menos moderado, das fontes financiadoras nacionais. Outras Ciências Exatas tem tentado trilhar o mesmo caminho, mas as dificuldades encontradas tem feito abortar estas tentativas: apesar de não conhecermos mais os detalhes destas tentativas, não é difícil imaginar a sua natureza.

O problema real para a pesquisa em Ensino é romper o círculo vicioso das dificuldades e entrar numa espiral ascendente.

### 2.3. Problemas na prestação de serviços

Até agora analisamos os problemas internos da pesquisa, que se resumem na realização de um projeto capaz de desabrochar numasíntese apropriada de diferentes disciplinas, e os problemas institucionais, que tem origem na dificuldade de uma avaliação apropriada

da do trabalho de pesquisa: insistimos também que a fonte última e permanente das dificuldades é a diferença entre um trabalho interdisciplinar e um trabalho que utiliza modelos estabelecidos em situações também estabelecidas. Além disso, a pesquisa em Ensino de Ciência enfrenta problemas também no campo da prestação de serviços: a nossa opinião é de que estes problemas são derivados do desconhecimento da peculiaridade do serviço interdisciplinar que pode ser oferecido pela área.

Localizamos quatro tipos de serviços que a área, como instituição, pode oferecer e deve desenvolver para que a sua função se ja reconhecida não somente na Comunidade Científica mas também na Sociedade.

1) Divulgação dos seus resultados específicos: não se trata somente de divulgar uma nova metodologia de ensino ou uma nova síntese científica, mas de mostrar como uma determinada metodologia é adequada a uma nova síntese científica ou, vice-versa, como uma determinada síntese científica se encaixa nas perspectivas de uma nova metodologia. Poderíamos definir esta atividade como divulgação da existência de "pontes" adequadas. Então o problema que a área enfrenta é o de criar a idéia de que existem pontes adequadas e pontes fracas, ou seja, acoplamentos entre conteúdo científico e atividades educacionais em fase e acoplamentos defasados: o levantamento e a análise dessas pontes é uma vantagem não só na eficiência do ensino, mas também na própria compreensão do processo educativo e do conteúdo científico.

Um caso interessante é por exemplo o acoplamento da instrução programada com aprendizagem de Física. Inúmeros experimentos tem sido projetados e realizados neste campo: uma conclusão interessante, que deveria ser divulgada, é que estas metodologias são adequadas somente para a aprendizagem de setores específicos da Física, principalmente na aplicação rigorosa e sistemática de regras, em condições pré-estabelecidas<sup>(20)</sup>. Ao contrário quando estão envolvidos comportamentos singulares, a apresentação do professor como modelo de atuação, na nossa opinião, é mais eficiente; e quando a finalidade é se apropriar do "suco" de uma teoria, nada melhor do que uma discussão entre os aprendizes e o docente; e assim por diante.

2) Consequência da divulgação de resultados específicos conseguidos com pesquisas da área, é o envolvimento dos docentes e dos alunos na discussão não somente dos resultados, mas também dos métodos utilizados na pesquisa e dos problemas nela encontrados. Este serviço torna o docente e o discente mais capazes de aproveitar por

sitivamente da interação recíproca e de repensar a experiência de ensino e aprendizagem de pontos de vista novos.

3) Paralelo a isso, uma tarefa indispensável a ser executada pelos pesquisadores da área é a elaboração de um serviço de atendimento sistemático que se preocupe com a discussão e a análise dos problemas quotidianos dos docentes e discentes. Este trabalho deveria chegar até o questionamento e a proposta de soluções alternativas para problemas mais amplos, como a elaboração de um curriculum ou a sua avaliação sistemática ou a estruturação de uma política de ensino, sobretudo no 3º grau. Parece-nos que a área, por uma sobrecarga de trabalho do pessoal qualificado, não desenvolveu uma política agressiva em relação a este tipo de prestação de serviço, que poderia abranger também contatos com as Secretarias Estaduais e os órgãos nacionais responsáveis pelo ensino.

4) Finalmente um tipo de serviço, mais aprofundado e mais estável, que deveria ser desenvolvido pela área, seria o planejamento e a execução de projetos pilotos em colaboração estreita e direta com os docentes de primeiro, segundo e terceiro grau, projetos que visassem a solução de problemas de ensino em áreas carentes ou particularmente problemáticas: este tipo de colaboração poder-se-ia tornar, além de um meio sistemático de resolver problemas complicados de ensino, também uma possibilidade concreta de divulgação das perspectivas da área e uma fonte de ampliação do pessoal que nela trabalha.

### 3. PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO

Após termos salientado a importância da Pesquisa em Ensino de Ciência e levantado os problemas e as dificuldades que ela enfrenta para ser coerente com as suas características, tentaremos esboçar uma linha de desenvolvimento que consideramos adequada à solução, pelo menos parcial, dos problemas levantados e que garanta uma estabilidade da área.

A situação atual no Brasil é caracterizada pela realização de pesquisas eventuais em alguns Institutos e Fundações, no ensino de Química, Biologia, Matemática e, ao contrário, uma pesquisa institucionalizada no ensino de Física: as sugestões que daremos referem-se a um desenvolvimento a partir desta situação. Os passos importantes a serem dados, na nossa opinião, são: aprofundamento da pesquisa em Ensino de Física, institucionalização da pesquisa no ensino das outras Ciências e criação de um Centro Interdisciplinar de

## Educação Científica.

## 3.1. Aprofundamento da Pesquisa em Ensino de Física

É fundamental que a curto prazo se realize o aprofundamento da pesquisa nesta área pelo papel motor que ela desenvolve, pois uma estabilização definitiva através da criação de linhas de pesquisa reais e de uma estruturação burocrática adequada, poderá ser o núcleo ao redor do qual construir um Centro Interdisciplinar.

As tarefas a serem desenvolvidas para alcançar este objetivo são:

a) Esforço para conseguir projetos de pesquisa de longo alcance. Nós podemos sintetizar esse esforço na tarefa de aprofundar a interdisciplinaridade dos trabalhos mediante o aumento sistemático das possibilidades de assessoria permanente de especialistas de várias disciplinas (com convênios apropriados que garantam o reconhecimento do trabalho do assessor), a promoção de reuniões de trabalho para a discussão dos vários projetos de pesquisa, a promoção de cursos adaptados às exigências da área, o incentivo à participação em cursos de outras disciplinas, o incentivo a participação em pesquisas de diferentes disciplinas (para os que estão se formando na área).

b) Abertura de um doutorado na área. Consideramos imprescindível para que as perspectivas de desenvolvimento da área se tornem concretas, a abertura de um doutoramento aqui no Brasil, que permita a continuação dos vários trabalhos de mestrado e o seu aprofundamento, que certamente elevará o nível das pesquisas realizadas. A qualidade dos trabalhos de doutoramento poderia ser garantida atribuindo o papel de orientação a uma comissão interdisciplinar e exigindo dos formandos uma experiência de pesquisa interdisciplinar.

c) Incentivo às pesquisas isoladas. Certamente a realização do item b) garantiria de fato, a formação de pequenos grupos de pesquisa, que seriam espalhados pelo país inteiro, mas ligados com o Centro de formação e com muitas possibilidades de intercâmbio.

Atualmente a possibilidade de apoio aos grupos isolados é mínima, mas poderia ser estimulada mediante a colaboração de pesquisadores com uma certa experiência na área, através de um estágio nos lugares da realização das pesquisas. Uma tarefa mais simples de ser executada seria a promoção de encontros, nos quais os trabalhos atualmente desenvolvidos nos centros de pesquisa fossem apresentados em detalhe e com ampla discussão, de forma a se constituírem em pon-

to de partida de uma eventual colaboração a distância.

Deveriam também ser organizados, nos atuais centros de pesquisa, encontros de discussão e análise de trabalhos desenvolvidos por grupos isolados com a finalidade de oferecer sugestões e aprimoramentos a estas pesquisas.

d) Retomada de projetos de grande fôlego na produção de material e na prestação de serviços. Consideramos que a participação num amplo projeto de produção de material ou de prestação de serviço constitua um incentivo muito importante para a área, na medida que ela se torna mais conhecida externamente pelos produtos elaborados e proporciona uma formação adequada aos futuros pesquisadores. Acreditamos que estes projetos deveriam ter o cuidado de manter alguma forma de pesquisa paralela capaz de fazer com que os trabalhos realizados possam facilmente tornar-se trabalhos acadêmicos<sup>(21)</sup>. Neste sentido, e para garantir a qualidade do trabalho realizado, seria oportuno o envolvimento nos projetos de especialistas de outras áreas, como de fato tem acontecido em vários projetos do passado.

Além da produção de material didático, teórico e experimental, poderia ser incentivada a estruturação de cursos de extensão e a formação de grupos de professores de 1º e 2º graus para a discussão e a análise das experiências didáticas e dos problemas relativos, contando com a assessoria dos pesquisadores da área.

e) Pressão sobre as agências financiadoras para que sejam revistos os critérios de distribuição de subsídios à área, sejam eles em forma de bolsa de pós-graduação, sejam em forma de financiamento do intercâmbio interno e com o exterior, sejam eles em forma de auxílio à pesquisa, ao desenvolvimento de projetos, ou a publicação de uma revista da área. Uma reivindicação básica da área, que poderia favorecer o reforço do financiamento, é a presença, nos comitês assessores, de pesquisadores da área.

Sem uma política adequada neste sentido, que permita a realização daquilo que foi sugerido nos itens anteriores, dificilmente haverá expansão e aprofundamento da área. Uma pressão análoga deve ser feita aos vários Institutos de Física, para que não dificultem a realização de pesquisas em Ensino de Física no seu âmbito, e as considerem da mesma maneira que as outras pesquisas. Neste sentido provavelmente um doutoramento específico ajudaria a elevar o nível de confiança nas pesquisas da área.

## 3.2. Institucionalização do Ensino de Ciência e Criação de um Centro

Evidentemente não existe nenhuma razão a priori para que

a pesquisa em Ensino de Física se desenvolva e se estruture de forma estável, e a pesquisa no ensino das outras Ciências Exatas fique no nível de trabalhos individuais e aleatórios. Uma mudança radical desta situação poderia talvez ser obtida retomando o contato e reunindo as pessoas interessadas na criação de uma Pós-Graduação em Ensino de Ciência, que se estenda também a outras Ciências Exatas. Um passo mais avançado seria a criação de um centro Interdisciplinar de Educação Científica (22).

Assim, como nós o vislumbramos, este Centro teria três funções, bastante interdependentes.

De um lado ele deveria ser um Centro de formação, com uma pós-graduação completa realizada com a colaboração das várias Instituições de Ciências Humanas e Exatas, mediante convênios apropriados. A promoção de cursos especiais e o convite sistemático a pesquisadores com experiência no campo, garantiriam a abertura da formação dos futuros pesquisadores, assim como o seu contato com pesquisas válidas.

De outro lado o Centro deveria ser um coordenador de pesquisas: dele deveria sair uma política de intercâmbio e de apoio aos vários grupos espalhados nos vários departamentos de Ciências Exatas do país. Nesse sentido ele seria também um Centro de reciclagem e de estágios avançados, no qual a principal tarefa seria a análise e a discussão dos trabalhos.

Finalmente uma terceira função seria a coordenação das prestações de serviço: dessa forma não seriam somente e principalmente assessorias isoladas, mas poderia haver o assessoramento de inteiras Instituições de ensino de 2º e 3º graus ou a análise e a elaboração do inteiro curriculum de Ciência do 1º e 2º graus. Seria sua tarefa também promover encontros de professores de Ciência para a apresentação de inovações, aprimoramento no conteúdo de Ciência, participação em cursos de extensão e discussão de problemas educacionais comuns; um envolvimento maior poderia levar à elaboração de projetos de pesquisa ou experimentos com a colaboração do pessoal do Centro.

Talvez essa perspectiva possa parecer utópica, talvez seja mesmo utópica, no entanto a utopia tem o poder de puxar para a frente a realidade e torná-la de fato melhorável.

Por enquanto estas idéias estão somente no papel, na medida em que elas sejam discutidas, criticadas, melhoradas e modificadas, terá sido dado o primeiro passo para pô-las em prática.

## AGRADECIMENTOS

Desejamos agradecer à profa. J.L.A. Pacca, do IFUSP e M. Regina Kawamura da pós-graduação do IFUSP pela leitura crítica das partes I e II deste trabalho e pelas sugestões oferecidas. Um agradecimento também aos profs. H. Fleming, C.C. Robilotta, Y. Hosoume do IFUSP pelas críticas e sugestões.

## REFERÊNCIAS E NOTAS

- (1) Este trabalho é uma re-elaboração das idéias apresentadas pelo autor na Mesa Redonda: "Pesquisa em Ensino de Física" no V SNEF (Belo Horizonte, Janeiro de 1982).
- (2) A. Villani, "Considerações sobre a Pesquisa em Ensino de Ciência - I. A interdisciplinaridade", Rev. de Ensino de Física 3 (3) (1981) pp.68-88.
- (3) Frizamos o termo "limitar", pois na nossa opinião a limitação significa um apoio moderado a uma determinada área e não a sua extinção. De fato a extinção externa de uma pesquisa por falta de apoio institucional, a longo prazo tem efeitos obscurantistas em relação à cultura do país no qual a pesquisa se desenvolve. A existência de pesquisadores que se dedicam a um determinado tipo de pesquisa com esforço e perseverância e a existência de aprendizes que querem se dedicar a esta pesquisa dando continuidade a ela, em geral é um sinal não desprezível da existência de ligações profundas entre o objeto pesquisado e a cultura dos pesquisadores.
- (4) Estas citações são extraídas de comentários do prof. H. Fleming do IFUSP a uma versão preliminar deste trabalho. (Com permissão do autor).
- (5) Um exemplo brasileiro recente e bem conhecido é o do programa Nuclear Brasileiro com o acordo Brasil-Alemanha. Toda a Comunidade Científica não diretamente envolvida nele, tem rejeitado sistematicamente este programa, por conhecer as possibilidades e os limites do domínio humano sobre a Energia Nuclear e as condições de contorno econômicas e energéticas do Brasil. No entanto, para a maioria da população, esta disputa tem tido um caráter distante pela pouca familiaridade com o problema e pela pouca inteligibilidade dos vários pontos debatidos, apesar do esforço feito por vários cientistas e pelos meios de comunicação na sua di-

- vulgação e apesar do problema atingir diretamente toda a população.
- (6) Neste ponto compartilhamos as idéias de Foucault e seguidores, veja, por exemplo "Microfísica do Poder", Ed. Graal, 1980.
  - (7) Evidentemente isso não significa que a posse do saber científico seja o único fator que influencia a divisão da sociedade e do mundo, no entanto ela parece indispensável para manter esta divisão.
  - (8) Estas idéias são semelhantes às apresentadas por O.G. Velho na Mesa Redonda, "A quem cabe a responsabilidade da orientação das pesquisas científicas?" na XXXI Reunião Anual da SBPC - (Fortaleza, 1979).
  - (9) Com isso queremos nos referir a idéia de que a pesquisa em Física Teórica e Experimental estão interligadas não somente porque esta confirme previsões daquela ou, ao contrário, a primeira generalize resultados da segunda; mais profundamente as decisões fundamentais, que cada uma das duas deve tomar, são inspiradas e dirigidas pela situação global da Física e pelas idéias que nela são mais promissoras.
  - (10) Com isso queremos questionar a utilidade de programas de pesquisas sofisticadas e com condições de contorno não realistas, se elas são desenvolvidas desligadas de um programa mais amplo e mais realista. Em pouco tempo este tipo de pesquisa torna-se um "quebra-cabeça" autônomo e com finalidades em si mesmo, a nosso ver pouco salutar para o desenvolvimento da Ciência.
  - (11) Não queremos entrar aqui na discussão de quem deve formular e executar as linhas gerais da política científica da Comunidade Científica; queremos somente salientar que esta política deve prever e favorecer um ampliamto adequado.
  - (12) Por exemplo os trabalhos fenomenológicos ligados a Regra de Somma, polos de Regge, modelos empíricos a vários parâmetros e afins, deixam a impressão global de terem funcionado mais como suporte de carreiras acadêmicas do que como real aprofundamento do entendimento da Natureza. (M. Cini - comunicação particular).
  - (13) Nos E.U.A., especialmente, foi muito grande o número de pesquisadores que, concluído o trabalho de doutoramento, nunca mais publicaram resultados de pesquisa.

- (14) Existem vários exemplos no Brasil e fora, da passagem de cientistas para a Biofísica, Física-Médica, História da Ciência, Ensino da Ciência, além daqueles que passaram a trabalhar diretamente para a indústria.
- (15) Não é nossa pretensão discutir aqui o significado do "mapeamento" de conceitos e sua real adequação à natureza do pensamento dos alunos: supondo-o ou não um instrumento adequado, as considerações feitas no texto são válidas.
- (16) Por exemplo uma dissertação de mestrado recentemente defendida no IFUSP-FEUSP - M.M.C.A. Pernambuco: "Ensino de Ciências a partir dos problemas da Comunidade" - enfrenta um tema que apresenta a dúplice dificuldade da análise e do tratamento dos problemas da Comunidade e da nova síntese do conteúdo científico, adequada a cultura da Comunidade. Embora este segundo efeito nem chegue a ser enfrentado, a análise do primeiro aspecto já fornece pistas interessantes para um desenvolvimento global do trabalho, que evidentemente supõe uma pesquisa de grande fôlego.
- (17) Não estamos analisando aqui se os efeitos sociais desse intercâmbio são significativamente positivos ou se muito mais adequada seria uma política de intercâmbio mais prudente, estamos somente analisando o problema do ponto de vista interno da pesquisa científica.
- (18) Estamos aqui analisando as dificuldades que pesquisadores sérios enfrentam, pois não podemos ignorar que existem também casos de pesquisadores não muito responsáveis, que aproveitam exatamente da falta de definição de critérios, para contrabandear trabalhos de tipo propagandístico que em nada aprofundam o conhecimento da área e contribuem para o desprestígio da área.
- (19) Típico, neste caso, é o tratamento dos novos pesquisadores da área de Ensino de Ciência, aos quais, em algumas instituições, é atribuído o encargo de cuidar da burocracia do ensino e da solução de todos os problemas ligados a ela; ao contrário, a política de atuação no ensino é considerada à altura de quem tem experiência de pesquisa em Ciência e "conhece" os "verdadeiros" problemas de ensino. O efeito disso é que facilmente os novos pesquisadores da nova área vão continuar a sua carreira numa área mais tradicional.

- (20) As pesquisas realizadas com esta metodologia chegam a resultados às vezes conflitantes sobre a sua eficiência. Mas uma análise dos experimentos realizados, junto com a experiência pessoal, parece nos levar para uma interpretação deste tipo.
- (21) Estes trabalhos paralelos poderiam consistir, por exemplo, numa avaliação ou numa análise da programação ou na explicitação da própria programação ou até na sistematização das características fundamentais do projeto.
- (22) Evidentemente a criação de um tal Centro envolve problemas bastante complexos que devem ser levantados e analisados com cuidado. Pretendemos aqui somente sugerir sua criação, deixando uma discussão mais aprofundada das consequências previsíveis para outras circunstâncias.