

## O PROFESSOR-PESQUISADOR COMO INSTRUMENTO DE MELHORIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Marco Antônio Moreira\*

### Introdução

A pesquisa em ensino durante muito tempo foi conduzida sob um enfoque basicamente quantitativo, procurando inferir, de maneira estatística, realidades aplicáveis a populações, a partir de amostras submetidas a cuidadosas manipulações experimentais. Entretanto, esse enfoque tem sido criticado principalmente sob o argumento de que tais realidades não existem independentes de esforços mentais para moldar e criar. Realidade não é uma coisa que existe e que pode ser descoberta mediante pesquisa: ela é construída. Adeptos desse ponto de vista defendem uma abordagem qualitativa, interpretativa, etnográfica à pesquisa em ensino.

O debate pesquisa quantitativa versus qualitativa vem-se acirrando nos últimos anos. Há todo um espectro de posições, desde os que consideram totalmente incompatíveis as duas perspectivas até os que advogam a complementaridade e plena cooperação entre ambas.

Esse debate provavelmente será produtivo e poderá conduzir a ganhos metodológicos na pesquisa em ensino, mas o simples fato de que ele existe, e é intenso, já indica que há metodologias e paradigmas metodológicos para se pesquisar em ensino. Ou seja, o domínio metodológico da pesquisa em ensino está bastante desenvolvido e em evolução. O domínio conceitual, por outro lado, talvez

não esteja ainda tão desenvolvido, mas depois de longo predomínio de um ótica inteiramente comportamentalista surgiu, recentemente, uma ênfase cognitivista/construtivista/significativa, que parece muito promissora. **Cognitivista** porque se ocupa da cognição, do ato de conhecer; **construtivista** por supor que o conhecimento humano é construído; **significativa** por enfatizar significados e promover uma aprendizagem não-memorística, não-mecânica.

A pesquisa em ensino, portanto, possui metodologias e bases conceituais para prosseguir e progredir; mas, ainda assim, há um problema sério a se resolver: seu distanciamento em relação à sala de aula. É paradoxal que a pesquisa em ensino seja muitas vezes conduzida em situações de sala de aula e, ao mesmo tempo, esteja distante da sala de aula. Ocorre que o pesquisador em ensino é, na maioria das vezes, externo à sala de aula. Mesmo o pesquisador interpretativo, participante, etnográfico - embora imerso no ambiente estudado (no caso, a sala de aula) durante o período de coleta de dados - é, a rigor, um observador externo. Terminado esse período, afasta-se do meio estudado, interpreta os dados e culmina o trabalho com um artigo em alguma revista especializada e/ou com uma comunicação em um congresso. Em geral, tanto a comunicação como o artigo atingem apenas seus colegas pesquisadores que, então, discutem e criticam o estudo feito, segundo determinadas normas acadêmicas.

Poder-se-ia pensar que a pesquisa em ensino não chega à sala de aula porque os estudos são divulgados e analisados principalmente na órbita acadêmica. Em parte isso é correto, mas esses estudos certamente contêm implicações e recomendações para o ensino que são **traduzidas** para os professores em revista não-especializadas, boletins, encontros de professores, cursos de treinamento e mediante outros mecanismos. Por piores que estes sejam, é

\* Professor do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

provável que resultados de pesquisa cheguem ao professor com uma certa frequência. Ainda assim nada parece mudar. A atividade ensino-aprendizagem, em sala de aula, parece ser uma das mais conservadoras atividades humanas.

Aparentemente então, talvez o problema não esteja em fazer os resultados de pesquisa chegar ao professor, mas em marginalizar o professor na condução da pesquisa. Mais do que isso, o pesquisador geralmente não só considera o professor despreparado para fazer pesquisa, como também se julga na posição de lhe dizer como deve conduzir seu ensino. É natural, portanto, que o professor não se sinta comprometido com a pesquisa. E por que haveria de ouvir recomendações de um elemento externo que não o julga competente o bastante para estudar sua própria sala de aula?

Na verdade, a situação pode ser completamente diferente: o professor talvez esteja em melhor posição para coletar dados e investigar situações de ensino e aprendizagem em sala de aula. Provavelmente, o fator isolado mais importante na pesquisa em ensino (ou em qualquer outra área) é obter bons dados. Professores podem aprender a coletá-los e talvez estejam em melhores condições de fazê-lo do que pesquisadores externos.

Cada dia, em cada aula, eventos de ensino, aprendizagem, avaliação, currículo e contexto<sup>1</sup> acontecem na frente do professor. Para pesquisar em ensino, o que ele precisa fazer é selecionar o tipo de evento a observar (naturalmente, esta seleção é influenciada por sua bagagem teórico-conceitual) e quais os mecanismos mais adequados e factíveis para registrar essas observações.

No ensino de ciências, grande parte dos esforços de pesquisa é dedicada à investigação em solução de problemas, em ensino de laboratório e, mais recentemente, em concepções espontâneas ou intuitivas dos alunos. Pesquisadores muitas vezes criam situações experimentais - às vezes completamente artificiais - para estudar

Esses são os chamados lugares-comuns da educação (ver p. 11).

esses fenômenos de interesse. Professores, por outro lado, trabalham diariamente, em situações reais de sala de aula, com solução de problemas, aulas de laboratório e com concepções contextualmente errôneas dos alunos. Por que então não coletar dados acerca desses fenômenos? Por que não pesquisar em ensino?

Um dos motivos pelo qual a pesquisa quantitativa é, pelo menos em parte responsável, consiste no fato de professores não se sentirem habilitados a fazer pesquisa, por desconhecerem os cânones da pesquisa experimental ou correlacional, ou por não saberem aplicar as técnicas estatísticas correspondentes. A pesquisa qualitativa, entretanto, não implica tratamentos experimentais, e a estatística, quando usada, é bastante elementar, mas, ainda assim, pode dar ao professor a impressão de que coleta e interpretação de dados exigem certas habilidades que só pesquisadores têm. Trata-se de uma concepção errônea, adquirida espontaneamente ou transmitida ao professor por pesquisadores. Tanto o enfoque quantitativo como o qualitativo são plenamente acessíveis ao professor. Na perspectiva quantitativa, não há mistério algum em delinear um experimento, de modo a controlar e manipular variáveis, nem em construir instrumentos válidos e fidedignos para fazer medições. Pode haver aí exigências de tempo e de condições logísticas das quais o professor talvez não disponha, mas não há nada de inacessível intelectualmente. Os procedimentos estatísticos mais usuais, como testes de significância, correlações, análises de variância, não requerem grandes conhecimentos de Estatística, e técnicas mais sofisticadas, nem sempre necessárias, tornam-se acessíveis mediante programas para computador.

Em relação a procedimentos qualitativos, Erickson (1986, p.157) defende posição similar:

*"Métodos interpretativos de pesquisa são intrinsecamente democráticos; não se precisa treinamento especial para ser capaz de entender resultados dessa pesquisa, nem se precisa de habilidades misteriosas para conduzi-la. A pesquisa de campo requer habilidades de observação, comparação, contraste e reflexão que todos seres humanos possuem. Na vida, todos temos que fazer trabalhos de campo*

*interpretativos. O que pesquisadores interpretativos profissionais fazem é usar habilidades ordinárias de observação e reflexão de maneira sistemática e deliberada. Professores também podem fazer isso, refletindo sobre sua própria prática. Seu papel não é o de observador participante, mas o de participante observador que delibera dentro do cenário de ação".*

Outro motivo alegado para não envolver o professor em pesquisa em ensino é o de que essa atividade representa uma sobrecarga de trabalho para ele. Argumenta-se que professores, particularmente de primeiro e segundo graus, têm muitas aulas e muitos alunos e não seria justo atribuir-lhes ainda a tarefa de pesquisar. Ora, este argumento parece ser bom apenas para quem quer deixar o professor à margem da pesquisa em ensino, pois pesquisar em ensino é sobretudo refletir criticamente a respeito da prática docente. E quem está mais habilitado a refletir sobre isso se não o professor? A quem interessa mais essa reflexão se não ao professor? Qualquer profissional consciente deve constantemente refletir acerca de sua prática. Ao pesquisar, professores estarão pensando criticamente sobre a prática de ensinar. Professores, como destaca Erickson (ibid.), não só podem como devem fazer pesquisa em ensino:

*"O professor, como pesquisador de sala de aula, pode aprender a formular suas próprias questões, a encarar a experiência diária como dados que conduzem a respostas a essas questões, a procurar evidências não confirmadoras, a considerar casos discrepantes, a explorar interpretações alternativas. Isso, pode-se argumentar, é o que o verdadeiro professor deveria fazer sempre. A capacidade de refletir criticamente sobre sua própria prática e de articular essa reflexão para si próprio e para os outros, pode ser pensada como uma habilidade essencial que todo professor bem preparado deveria ter"*

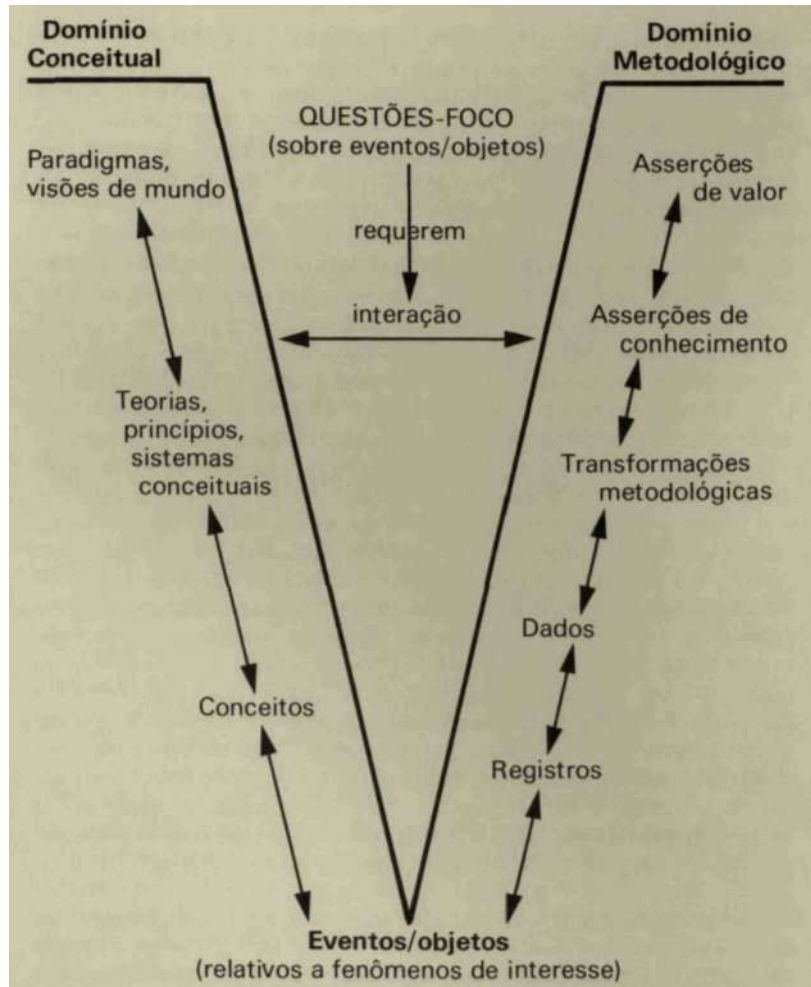
Erickson refere-se à pesquisa interpretativa em particular, mas mesmo no caso de uma abordagem quantitativa há muitos estudos, como os correlacionais, que pouco exigiriam a mais do professor em termos de tempo. O professor, em sua atividade rotineira, coleta e acumula dados quantitativos (resultados de testes e

provas, por exemplo). Não é difícil organizar esses dados e procurar correlacionar variáveis através deles, assim como também não é difícil comparar médias e variâncias entre grupos com características diferentes ou que trabalharam sob condições diferentes. Provas e testes são instrumentos de coleta de dados quantitativos; torná-los válidos e fidedignos é apenas uma questão de sistematizar sua elaboração e aplicação.

Mesmo que pesquisar em ensino implique sobrecarga de trabalho para o professor, não é esta, provavelmente, a razão pela qual há tão poucos professores-pesquisadores. A impressão que se tem é a de que se criou um mito de que pesquisa em ensino é privilégio de especialistas; uma espécie de barreira. A pesquisa qualitativa abriu uma brecha nessa barreira, mas os professores talvez ainda não estejam cientes disso. Assim como não estão cientes de que a pesquisa quantitativa também não requer habilidades misteriosas. É claro que a colaboração entre professores, como participantes pesquisadores, e especialistas externos, como observadores participantes ou como experimentadores, pode ser o melhor caminho para a pesquisa em ensino. Mas antes disso é preciso que professores se conscientizem de que podem fazer pesquisa e que, no fundo, devem fazê-la, se quiserem assumir a responsabilidade de sua própria prática.

A Figura 1 apresenta um esquema, conhecido como Vê epistemológico de Gowin (1981), o qual procura mostrar como se relacionam os elementos conceituais e metodológicos envolvidos no processo de produção do conhecimento. Essa figura, explicada a seguir, busca desvelar a estrutura do processo de pesquisa e sugerir que ele não tem nada de complicado.

O lado esquerdo do Vê de Gowin refere-se ao domínio conceitual do processo de pesquisa: nele se encontram os conceitos-chave e os sistemas conceituais usados na pesquisa; estes geram princípios que, por sua vez, dão origem a teorias que têm paradigmas, visões de mundo, subjacentes. Na ponta do Vê estão os eventos - que acontecem naturalmente ou que o pesquisador faz acontecer - e/ou os objetos relativos aos fenômenos de interesse da pesqui-



**FIGURA 1** — O Vê epistemológico de Gowin mostrando os elementos conceituais e metodológicos que interagem na pesquisa (adaptado de Gowin, 1987).

sa. A fim de estudar um fenômeno de interesse, são feitos registros de eventos ou objetos; esses registros são transformados em dados, os quais podem sofrer transformações metodológicas adicionais, objetivando conduzir a asserções de conhecimento, isto é, a interpretações, explicações, generalizações, conclusões que forneçam respostas a questões-foco, relativas ao fenômeno de interesse. Asserções de valor são afirmações sobre o valor (e.g., social, instrumental, estético) dessas respostas. Portanto, o lado direito do Vê está relacionado com o domínio metodológico do processo de pesquisa.

As questões-foco estão no centro do Vê porque, no fundo, pertencem tanto ao domínio conceitual como ao metodológico. A questão-foco de uma pesquisa é aquela que não somente pergunta alguma coisa mas também diz algo. É a questão que identifica o fenômeno de interesse de tal maneira que é provável que alguma coisa seja descoberta, interpretada, explicada, descrita, medida ou determinada ao respondê-la; é a questão que identifica o ponto central da pesquisa, dizendo o que foi, em última análise, investigado.

Em palavras simples, pode-se dizer que o lado direito do Vê corresponde ao **fazer** da pesquisa, enquanto o esquerdo tem a ver com o **pensar**. Entretanto tudo o que é feito é guiado por conceitos, teorias, filosofias, paradigmas, isto é, pelo pensar. Por outro lado, novas asserções de conhecimento - respostas às questões-foco - podem levar a novos conceitos, à reformulação de conceitos existentes ou, ocasionalmente, a novas teorias, filosofias e paradigmas. Isso significa que existe uma permanente interação entre os dois lados do Vê, ou melhor, entre os domínios conceitual e metodológico.

Não existe nada de sagrado em relação ao formato de Vê do instrumento heurístico proposto por Gowin, mas a experiência tem mostrado (Novak e Gowin, 1984) que esse formato é útil, por exemplo, para enfatizar a interação entre o fazer e o pensar no processo de pesquisa e, ao mesmo tempo, convergir esse processo para os eventos ou objetos que estão na raiz de toda a construção de conhecimento.

Resumindo, pesquisar é, essencialmente, usar uma determinada metodologia para responder questões básicas relativas a um fenômeno de interesse. Tais questões são formuladas a partir de um referencial teórico-conceitual que influencia também na seleção de eventos que serão observados e/ou manipulados para estudar o fenômeno de interesse. As respostas a essas questões, ao mesmo tempo que são interpretadas à luz desse referencial, podem contribuir para modificá-lo, refutá-lo ou confirmá-lo.

### A questão metodológica

Na introdução deste trabalho argumentei que a metodologia da pesquisa educacional é geralmente apresentada como algo que requer habilidades especiais que o professor não tem, mas que na prática isso não é verdade. A metodologia da pesquisa em educação, seja ela quantitativa ou qualitativa, não requer habilidades que não possam ser aprendidas com certa facilidade. O professor não deve se assustar com a aparente sofisticação de alguns procedimentos metodológicos, particularmente os quantitativos.

Como bem destaca Brown (1980, p.219):

*"Pesquisa é uma palavra assustadora para muitas pessoas. Pesquisa é alguma coisa que os professores deixam de bom grado para outros fazer. Pesquisa geralmente envolve muita estatística (que muita gente detesta), delineamentos experimentais (que muita gente não conhece) e interpretação (que muitas vezes é entediante e desencorajadora) de resultados ambíguos. Mas pesquisa não tem nada de assustador, pois todos, de uma maneira ou outra, acabamos engajados em pesquisa: particularmente quando buscamos respostas explícitas para questões cuidadosamente delimitadas. Cada professor bem sucedido, conscientemente ou não, está pesquisando idéias o tempo todo, e através dessa pesquisa está obtendo respostas que, em última análise, o ajudam a se tornar melhor professor e a compreender cada vez mais o processo ensino-aprendizagem. "*

Brown, no entanto, ao argumentar que o professor não deve se assustar com a palavra pesquisa, talvez, inadvertidamente, passe a idéia de que pesquisa é uma coisa trivial e que pesquisar é simples-

mente pensar e responder questões. Não é bem assim. A metodologia da pesquisa educacional não é algo esotérico e inacessível, mas também não é atividade trivial. Fazer pesquisa não é seguir um procedimento tipo receita - como às vezes sugerem certos livros ao descrever métodos de pesquisa-, mas também não é uma atividade caótica, assistemática. Ao contrário, o trabalho de pesquisa é, geralmente, sistemático e com direcionalidade. É uma busca sistemática e intencional de respostas para certas questões, a qual tem determinada direção porque é guiada pela bagagem teórico-conceitual do pesquisador. Pesquisar implica observar e registrar eventos, converter tais registros em dados e transformá-los, de modo a chegar a novos conhecimentos, os quais, por sua vez, são interpretados à luz de teorias, princípios, conceitos. Tudo isso é acessível ao professor, mas não é trivial, nem é simplesmente pensar e responder questões.

### A questão do referencial teórico

É claro que se pode pesquisar com o único e exclusivo objetivo de resolver um problema em particular. Pode-se fazer uma pesquisa supostamente **neutra** em termos de teoria, procurando apenas descobrir o que funciona e o que não funciona no ensino de uma certa disciplina - ciências, no caso. Esse enfoque, no entanto, é limitado pelo seu próprio objetivo. O conhecimento produzido refere-se a um caso muito particular; a rigor, não é um conhecimento que possa contribuir para o crescimento da área onde se insere a pesquisa.

A literatura especializada em pesquisa educacional está cheia de relatos de estudos **aplicados**, investigações conduzidas sem nenhum referencial teórico. Tais estudos, contudo, pouco têm contribuído para o avanço do conhecimento no campo da educação. Na pesquisa em ensino, por exemplo, apesar do grande número de estudos até hoje realizados, a rigor, pouco se sabe acerca do processo ensino-aprendizagem. O mesmo é válido para a pesquisa em ensino de ciências.

Para professores, pode parecer até certo ponto natural que muito

da pesquisa educacional seja conduzida sem referencial teórico, pois, em geral, eles têm uma reação negativa com respeito a teorias de ensino, aprendizagem e desenvolvimento, decorrente de más experiências tidas em cursos de psicologia educacional ou de didática. Infelizmente, a parte pedagógica de muitos cursos de formação de professores é entediante, está divorciada da realidade das salas de aulas e dá uma sensação de perda de tempo. Mas, na prática, a situação é diferente: as teorias têm grande influência no currículo e na instrução. O comportamentalismo (Keller, 1972; Moreira, 1985), por exemplo, exerceu enorme influência em muito do que se fez em sala de aula nas últimas décadas. Enfoques sistêmicos, objetivos operacionais, tecnologia educacional, aprendizagem para o domínio, instrução programada, ensino personalizado, tudo isso está baseado em uma visão comportamentalista de ensino, aprendizagem e currículo.

A aprendizagem por descoberta, tão em voga no ensino de ciências há algum tempo atrás, está muito associada às proposições de Jerome Bruner (1969) sobre ensino e aprendizagem. O ensino centrado no aluno é uma aplicação de princípios rogerianos (Rogers, 1971) sobre aprendizagem. Enfoques piagetianos (e.g., Kubli, 1979) ao ensino de ciências são também muito comuns hoje em dia.

Assim, embora as **teorias de aprendizagem** sejam vistas até com desdém por alguns professores, sua prática docente é fortemente influenciada por tais teorias. O professor que simplesmente ignorar o domínio teórico da ação docente estará trabalhando na base do ensaio-e-erro, seguindo modismos, imitando colegas, usando textos e outros materiais instrucionais sem saber qual orientação teórica está por detrás desses materiais. A atividade docente, ao contrário, deve ser conduzida sob um referencial teórico acerca de ensino, coerente com pressupostos teóricos acerca de aprendizagem e de como é produzido o conhecimento humano.

Analogamente, a pesquisa em ensino deve ser conduzida a partir de referenciais teóricos e epistemológicos. Pesquisar sem referen-

ciais explícitos e coerentes pode ter valor para a resolução de um problema local específico, mas pouco contribui para o progresso da área ensino-aprendizagem como um todo. E o que se precisa em termos de pesquisa em ensino de ciências é justamente algum progresso nessa área. A pesquisa em concepções alternativas, por exemplo, é, por enquanto, muito promissora, mas deixará de sê-lo na medida em que se continuar apenas catalogando tais concepções. Da mesma forma, a pesquisa em solução de problemas não pode ficar apenas na testagem de algoritmos empíricos que supostamente irão tornar o aluno um melhor solucionador de problemas. Na área de ensino de laboratório, pesquisar não deve ser apenas testar novos experimentos e equipamentos. É preciso conduzir todos esses estudos à luz de referenciais teóricos relativos a ensino e aprendizagem, de modo a poder contribuir para o crescimento dessa área.

É claro que se pode argumentar que, de fato, começar a estudar teorias de ensino, aprendizagem e desenvolvimento, enfoques epistemológicos e questões metodológicas, poderia sobrecarregar o professor que já tem diante de si uma pesada carga docente. Mas não se está propondo que o professor pesquise sozinho. Ao contrário, a idéia de uma estreita cooperação entre professores e pesquisadores externos (geralmente professores universitários) parece ter grande potencialidade. O que se enfatiza aqui é a necessidade de uma pesquisa com fundamentação teórica e epistemológica, não necessariamente conduzida por um único indivíduo.

### **Por que ter professores como pesquisadores?**

Nas seções anteriores já foram apresentadas, pelo menos implicitamente, razões que apóiam e justificam a pesquisa, de modo que aqui se pretende apenas resumir e reforçar tais razões.

- A qualidade e os resultados do ensino em qualquer nível e em qualquer disciplina é função de muitos fatores, dos quais pouco se sabe. Respostas nesse sentido, contudo, são do maior interesse dos professores.

Na verdade, é bastante restrito o conhecimento atual sobre como os alunos aprendem. Todavia, na medida em que se souber mais a esse respeito, a instrução poderá ser organizada consistentemente com tal conhecimento. De maneira análoga, é igualmente restrito o que se conhece em relação à influência do domínio afetivo no crescimento cognitivo. Naturalmente, talvez se possa melhorar o ensino por meio de experiência, ensaio-e-erro, intuição, mas é pela pesquisa que se poderá chegar a resultados mais significativos, a respostas mais abrangentes para questões relativas a ensino. Experiência, ensaio-e-erro, intuição, até agora pouco contribuíram para o desenvolvimento do ensino de ciências. Por outro lado, a pesquisa em ensino de ciências tomou notável impulso na década passada, vem crescendo cada vez mais e parece ser altamente promissora como mecanismo de melhoria do ensino.

- Se os resultados das pesquisas não chegarem à sala de aula, à prática, tais pesquisas não terão utilidade. Professores, portanto, desempenham papel indispensável na pesquisa educacional como usuários de resultados dessa pesquisa. Mas não se converterão em usuários se não se sentirem comprometidos com tais resultados, se não sentirem que esses são também seus resultados. Uma maneira de se chegar a isso é ter o próprio professor como pesquisador ou colaborador.
- Professores estão em melhor posição do que pesquisadores externos para registrar certos eventos. São eles que estão em permanente contato com eventos educativos, cuja análise interpretativa está na essência da pesquisa educacional. Para pesquisar é preciso fazer registros adequados desses eventos, e a participação de professores nessa tarefa pode ter valor inestimável.

### O que pesquisar?

O que pesquisar tem a ver com questões relativas aos lugares-comuns da educação (Schwab, 1973) - ensino, aprendizagem, currículo, contexto e avaliação. Direta ou indiretamente, qualquer evento de interesse para a pesquisa em ensino de ciências tem a

ver com esses lugares-comuns. Sempre que ocorre um ato de ensino, se ensina alguma coisa, em um certo contexto, com o objetivo de que alguém aprenda, e sempre se avalia algo. Novamente aqui o professor está em uma posição privilegiada para identificar questões cujas respostas obtidas pela pesquisa, poderão contribuir para a melhoria do ensino de ciências e para o progresso do conhecimento nessa área. Como dizem Runkel e McGrath (1972, p.2), "no fundo, pesquisar consiste em sistematicamente formular questões. As respostas obtidas dependem fortemente de quais questões foram formuladas e de como elas foram formuladas". Professores certamente têm grande contribuição a dar na formulação de questões de pesquisa em ensino.

A título de exemplo, sugiro a seguir algumas questões de pesquisa que julgo relevantes para o ensino de ciências. Na prática, tais questões geralmente envolvem mais de um **lugar comum**, mas por conveniência de exposição foram organizadas em torno de cada um deles separadamente. Muitas dessas questões foram extraídas e adaptadas de um trabalho acerca do programa de pesquisa em ensino de ciências, desenvolvido sob a coordenação do professor Novak no Departamento de Educação da Universidade de Cornell (Moreira e Novak, 1988).

### Questões sobre aprendizagem

#### 7. Quanto ao desenvolvimento cognitivo:

- a. Como evolui no tempo o desenvolvimento de conceitos para um certo indivíduo?
- b. Qual a origem dos conceitos (significados) contextualmente errôneos?
- c. Como podem ser modificados ou removidos os conceitos (significados) contextualmente errôneos?
- d. Como as variáveis afetivas influenciam o desenvolvimento cognitivo?
- e. Como se relacionam compromissos epistemológicos e desenvolvimento cognitivo?

- f. Há diferenças de gênero nos padrões de desenvolvimento cognitivo? Quais?
- g. Há diferenças nos padrões de desenvolvimento cognitivo devido à raça e/ou nível socioeconômico? Quais?

2. *Quanto a estilos de aprendizagem:*

- a. Que fatores levam certos alunos a adotar mecanismos de aprendizagem mecânica (automática)?
- b. Há relações entre gênero e estilos de aprendizagem? Quais?
- c. Há diferenças de estilos de aprendizagem entre estudantes provenientes de minorias e de maiorias? Quais?
- d. Há diferenças de estilos de aprendizagem relacionadas com nível socioeconômico? Quais?

3. *Quanto à aquisição de conhecimentos (significados):*

- a. Qual o papel do conhecimento (significados) prévio? E dos conceitos (significados) contextualmente errôneos?
- b. Qual a influência de variáveis relativas a idade e gênero?
- c. Como se relacionam formas de representação do conhecimento e maneiras de adquiri-los?
- d. Qual a influência de estratégias de "aprender a aprender", como, por exemplo, mapas conceituais e diagramas "V"?
- e. Qual o efeito de seqüências curriculares alternativas?
- f. Qual o efeito de variáveis tais como QI, desempenho prévio, atitudes?

4. *Quanto à aquisição de valores:*

- a. Como a aquisição de valores é influenciada pela aquisição de conhecimento e vice-versa?
- b. Qual o efeito de estratégias de "aprender a aprender" na aquisição e/ou mudança de valores?
- c. Qual o efeito de estratégias e concepções alternativas de ensino na aquisição e/ou mudança de valores?

### **Questões sobre ensino (professor)**

1. *Quanto a características do professor:*

- a. Como levar o professor a reconhecer e a se comprometer com aprendizagem significativa ao invés de com aprendizagem mecânica?
- b. Qual a relação entre postura contrutivista ou positivista e abordagens didáticas, enfoque ao ensino de laboratório, maneira de perceber o aluno?
- c. Qual a relação entre postura afetiva, enfoques didáticos, abordagem ao ensino de laboratório, percepção do aluno?
- d. Qual o efeito de participação em cursos de curta duração, sessões de trabalho, congressos, encontros na mudança de atitudes e de ações do professor?

2. *Quanto a estratégias de ensino:*

- a. Que estratégias apresentam maior potencialidade para promover mudanças conceituais, trocas de significados?
- b. Mapas conceituais, quando usados como recurso didático, facilitam a aprendizagem significativa?
- c. O "V" epistemológico é viável como recurso instrucional facilitador da aprendizagem significativa?
- d. Como fazer com que estratégias convencionais, como a aula expositiva, promovam a aprendizagem significativa?
- e. É possível compatibilizar estratégias construtivistas e aspectos instrucionais behavioristas como, por exemplo, definição operacional de objetivos?
- f. Como podem ser utilizadas novas tecnologias como microcomputadores, videocassetes e videodiscos para promover aprendizagem significativa?

### **Questões sobre currículo**

1. *Quanto à estrutura do conhecimento:*

- a. Como analisar a estrutura do conhecimento contido nos mate-



- riais educativos do currículo de modo a tornar esse conhecimento apropriado para instrução?
- b. Que tipo de informação provê a análise conceitual do currículo? Para que serve?
  - c. **Qual** a relação entre currículo e instrução sob diferentes perspectivas epistemológicas em relação à produção de conhecimento?

### 2. Quanto à construção do conhecimento:

- a. Que processos cognitivos estão envolvidos na construção de conhecimentos? Há regularidade nesses processos?
- b. Materiais curriculares e estratégias instrucionais adequadas podem servir de catalisadores desses processos? Quais?
- c. A apresentação de conhecimentos já construídos estimula a aprendizagem mecânica? A aprendizagem só é significativa quando o conhecimento é construído, ou reconstruído, pelo aluno?
- d. Qual a relação entre a evolução conceitual de uma disciplina e a evolução conceitual do aprendiz?
- e. Que tipo de relação existe entre conhecimentos construídos e métodos na construção de novos conhecimentos?

### 3. Quanto à organização do conhecimento:

- a. Que alternativas existem para organizar seqüencialmente a matéria de ensino? E para representar sua estrutura?
- b. Como organizar a matéria de ensino de modo a aumentar a probabilidade de aprendizagem significativa?
- c. Qual o efeito, na aprendizagem, de diferentes maneiras de organizar o conhecimento disciplinar?

## Questões sobre avaliação

### 1. Quanto à avaliação do conhecimento:

- a. Como modelos alternativos de representação do conhecimento podem melhorar os procedimentos de avaliação?

- b. Que métodos de avaliação de mudanças cognitivas têm mais fidedignidade e validade?
- c. Como o uso de instrumentos heurísticos de aprendizagem pode enriquecer/melhorar os métodos de avaliação?

### 2. Quanto à avaliação de atitudes:

- a. Qual a relativa eficiência de questionários, entrevistas clínicas e estratégias de vídeo e áudio na produção de mudanças afetivas?
- b. Que estratégias instrucionais conduzem a ganhos positivos de atitude a longo prazo?
- c. Como estratégias de interação aluno-professor podem levar a ganhos positivos de atitudes a longo prazo?

### 3. Quanto à avaliação de valores:

- a. Que critérios definem medidas efetivas de mudanças de valores?
- b. Que combinações de elementos cognitivos e afetivos são mais adequadas para indicar os valores correntes ou os valores em processo de mudança?
- c. Qual a relação entre compromissos epistemológicos e valores?

## Questões sobre o contexto

### 1. Quanto à organização da escola:

- a. Como é afetado o crescimento cognitivo e afetivo pela utilização de um modelo organizacional voltado para um hipotético aluno médio?
- b. Como podem os professores contribuir no planejamento e implementação da organização da escola?
- c. Como se pode melhorar as comunicações verticais entre professores, alunos, diretores, coordenadores, a fim de intensificar o crescimento cognitivo e afetivo de todos?
- d. Como introduzir e acomodar novas tecnologias, como micro-

computadores, videocassetes e videodiscos na organização escolar? Como fazer com que sejam utilizadas, incorporadas à rotina da escola e da sala de aula?

### 2. Quanto à alocação de recursos e tempo:

- a. Que razão entre atividades práticas e teóricas leva a ganhos maiores em termos cognitivos? Afetivos? Em que contexto?
- b. Quais os resultados em termos de custo/benefício do aumento de aulas laboratório e/ou atividades de campo?
- c. Quais os resultados em termos de custo/benefício da introdução de novas tecnologias como recursos instrucionais?

### 3. Quanto à sala de aula:

- a. Como é percebida a organização social da sala de aula pelos sujeitos envolvidos?
- b. A maneira como o aluno percebe seu papel no contexto social da sala de aula influencia seu crescimento cognitivo e afetivo? Como?
- c. A percepção que o professor tem de seu papel no contexto social da sala de aula influencia seu desempenho? Como?
- d. Que tipo de mudanças contextuais externas têm maior impacto na microcultura da sala de aula?

Muitas dessas questões fazem parte da agenda de pesquisa do programa de ensino de ciências de Cornell e já foram investigadas em maior ou menor grau (Moreira e Novak, 1988), mas continuarão sendo objeto de futuros estudos. Algumas foram adaptadas e outras, acrescentadas. A lista não pretende ser exaustiva nem exclusiva e provavelmente algumas questões se referem a mais de um dos **lugares-comuns** mencionados no início desta seção ou estariam mais bem enquadradas em outro subtítulo. Não importa, o objetivo desta lista é apenas dar uma idéia do que se está investigando e do que se pode investigar na pesquisa em ensino de ciências.

## O que é pesquisa em ensino de ciências

Obviamente, a natureza das questões de pesquisa propostas na seção anterior já sugere uma concepção acerca do que entendo como pesquisa em ensino de ciências. Apesar disso, creio que vale a pena ser mais explícito, uma vez que a área parece carecer de definições nesse aspecto.

O que caracteriza a atividade de pesquisa é a observação controlada, a conversão de eventos em registros e estes, através de transformações metodológicas, em asserções de conhecimento. Elaborar materiais instrucionais - como, por exemplo, livros de texto, guias de estudo, filmes ou programas auto-instrutivos de computador - não é fazer pesquisa em ensino, a menos que esses materiais tenham sido produzidos à luz de referenciais teóricos consistentes sobre ensino e aprendizagem e que seu efeito, em um determinado contexto, em alguma variável instrucional dependente esteja sendo investigado. Produzir equipamento de baixo custo, por mais criativo que seja, não é pesquisar em ensino de ciências, exceto se, por exemplo, o efeito do uso desse equipamento na melhoria das aulas de ciências seja objeto de observação controlada e sistemática, de registros de eventos, e de asserções fatuais obtidas a partir de transformações desses registros. Por outro lado, procurar detectar - mediante entrevistas clínicas ou mapas conceituais, por exemplo - concepções alternativas dos alunos é pesquisar, porque a transcrição das entrevistas ou os mapas conceituais traçados pelos alunos são registros de eventos que, transformados e interpretados, poderão gerar evidências de conceitos alternativos (que seriam, nesse caso, asserções de conhecimento).

Da mesma forma, usar o microcomputador para tentar obter evidências a respeito de como o aluno constrói modelos é pesquisar, enquanto elaborar um programa para ensinar algum conteúdo através de uma simulação não é necessariamente pesquisar. E assim por diante. No momento atual há muita confusão entre o que é pesquisa em ensino de ciências e outras atividades, como produção de materiais instrucionais, ênfase em aulas práticas, utili-

zação de novas metodologias e desenvolvimento de currículo, que podem ser até mais importantes do que a pesquisa em ensino, mas não são necessariamente atividades de pesquisa.

## Conclusão

O objetivo deste trabalho é o de estimular professores de ciências a se tornarem pesquisadores em ensino de ciências, porque sem pesquisa e sem eles o progresso nessa área continuará lento. É bem verdade que muito tem sido feito no Brasil, e a nível internacional, para melhorar o ensino de ciências, mas é também verdade que nossa educação científica é muito fraca, nossa contribuição na produção do conhecimento científico é muito pequena e nosso cidadão sabe muito pouco de ciências. De modo geral, nossos alunos, quando podem, fogem das disciplinas científicas; quando não podem, reagem negativamente em relação à matéria de ensino (como é o caso da Física).

Uma verdadeira melhoria do ensino de ciências depende de muitos fatores, mas a pesquisa em ensino parece ter muito a contribuir nesse sentido, principalmente a pesquisa com fundamentação teórica e epistemológica. Essa pesquisa, no entanto, não pode ficar apenas nas mãos de investigadores isolados em universidades. A experiência já mostrou que, assim, os resultados são pouco significativos e não chegam à sala de aula. É preciso engajar os professores nessa pesquisa. Fica aqui a sugestão, o apelo e o desafio nesse sentido.

## Bibliografia

- BROWN, H.D. **Principles of language learning and teaching**. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1980.
- BRUNER, J. Uma nova teoria de aprendizagem. Rio de Janeiro, Bloch, 1969.
- ERICKSON, F. Qualitative methods in research on learning. In:

WITTROCK, M.C., ed. **Handbook of research on teaching**. 3.ed. New York, Macmillan Publishing, 1986.

GOWIN, D.B. Changing the meaning of experience; empowering teachers and students through Vee diagrams... In: NOVAK, J.D., ed. **Proceedings of the second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics**. Ithaca, N.Y., the Cornell University Press, 1987 p.233-40.

\_\_\_\_\_. **Educating**. Ithaca, N.Y., the Cornell University Press, 1981.

KELLER, F.S. **Aprendizagem, teoria do esforço**. São Paulo, Herder, 1972.

KUBLI, F. Piaget's cognitive psychology and its consequences for the teaching of science. **European Journal of Science Education**, 1(1):5-20, 1979.

KUBLI, F. (1979). Piaget's cognitive psychology and its consequences for the teaching of science. **European Journal of Science Education**, 1(1): 5-20.

MOREIRA, M.A. **Alguns aspectos das perspectivas quantitativa e qualitativa à pesquisa educacional e suas implicações para a pesquisa em ensino de ciências**. São Paulo, 1988. Trabalho apresentado na Reunião Anual de Verão da Associação Americana de Professores de Física, Ithaca, 1988. e no 2º EPEF, São Paulo, 1988.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem: enfoques teóricos**. São Paulo, Moraes, 1985.

\_\_\_\_\_. & NOVAK, J.D. Investigación en enseñanza de las ciencias em la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordos metodológicos. **Enseñanza de las Ciencias**, 6(1 ):3-18, 1988.

NOVAK, J.D. & GOWIN, D.B. **Learning how to learn**. New York, the Cambridge University Press, 1984.

ROGERS, C. **Liberdade para aprender**. Belo Horizonte, Interlivros, 1971.

RUNKEL, P.J. & MACGRATH, J.E. **Research on human behavior; a systematic guide to method**. New York, Holt, Rinehart & Winston, 1972.

SCHWAB, J. The practical 3; translation into curriculum. **School Review, 81 (4):501 -22**, aug. 1973.