

UMA AGENDA PARA A PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS² (A research agenda for science education)

Eduardo Fleury Mortimer
Faculdade de Educação da UFMG
31270-901 Belo Horizonte - MG
mortimer@dedalus.lcc.ufmg.br

Resumo

Tendências na pesquisa em educação em ciências são discutidas, particularmente no contexto brasileiro, com o objetivo de problematizar e levantar questões que ajudem na definição de uma agenda de pesquisa na área.

Palavras-chave: pesquisa em educação em ciências, agenda de pesquisa, questões.

Abstract

Research trends in science education are discussed, particularly in the Brazilian context, with the objective of questioning and raising issues that might help in the definition of a research agenda for this area.

Key-words: research in science education, research agenda, issues.

Introdução

Vamos iniciar esta conferência pela discussão das tendências na pesquisa de ensino ciências. Nosso objetivo é problematizar e levantar questões que orientem a escolha de uma agenda para a pesquisa na área, mais do que propriamente realizar um apanhado geral e exaustivo. Ao fazer isso vamos tentar situar essas tendências no contexto brasileiro, apesar de que muitas das questões aqui discutidas emergiram pela primeira vez no cenário internacional da pesquisa em ensino de ciências.

Eu considero que fazer os resultados da pesquisa chegarem a sala de aula é um compromisso importante na nossa área. Eu creio que uma marca distintiva de nosso trabalho como educadores em ciências no Brasil é que nossas pesquisas têm conseguido esse tipo de repercussão. No meu grupo de pesquisa temos trabalhado num programa de pesquisa que se desenvolve basicamente em torno da noção de perfil conceitual (Mortimer, 1995, 1998, 2000) e que busca entender mais profundamente o processo de significação em sala de aula. Nesse programa, tudo começa e termina na sala de aula, ou seja, tudo se inicia com as questões relacionadas à sala de aula na perspectiva de melhorar nosso entendimento dos processos que aí acontecem e, a partir desses conhecimentos, contribuir para a formação de professores. Em Belo Horizonte, por exemplo, nós coordenamos um grupo de formação continuada de professores e muitos dos que participam têm usado as reflexões que emergem de resultados de pesquisa para mudar sua prática pedagógica.

Para falar das tendências na pesquisa educação em ciências eu vou me basear em algumas questões do livro *Improving Science Education: The contribution of Research*

² Conferência proferida no III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Atibaia, SP, 07 a 10 de novembro de 2001.

(Leach, Osborne and Millar, 2000). Eu tive a honra de ter convivido com Rosalind Driver quando da minha estada em Leeds, em 1992/93. Esse livro foi a forma que nós, pesquisadores que trabalhamos com ela em diferentes momentos de sua vida, encontramos para homenageá-la. Eu considero que as questões levantadas nesse livro são suficientemente gerais para que possamos usá-las para pensar uma agenda brasileira para a pesquisa em Educação em Ciências, que não necessariamente coincide com uma agenda internacional.

O livro está organizado em três seções. Na terceira delas, relacionada à avaliação da área de pesquisa e ao estabelecimento de uma agenda para o futuro, os artigos abordam as seguintes questões:

O que a pesquisa educação em ciências já produziu até o momento que auxilia os professores em sala de aula ou os formuladores da política educacional a tomar as decisões práticas reais? É razoável esperar isso da pesquisa em educação em ciências? Se não, há alguma justificativa para continuar pesquisando? Qual é a natureza da pesquisa em educação em ciências como disciplina? O que ela deve aspirar a produzir? A educação em ciências pode progredir como campo de pesquisa? Se afirmativo, que tipo de progresso? No nosso entendimento? Na prática dos pesquisadores? Na prática dos professores? Qual seria a agenda futura para pesquisa em educação em ciências?

Eu considero que essas são questões que todos nós devemos nos fazer quando iniciamos um trabalho de pesquisa. E aqui nós temos a oportunidade de nos colocar essas questões enquanto comunidade brasileira de pesquisadores. Uma outra questão importante, que de certa forma ajuda a explicitar melhor uma agenda para os pesquisadores, é: O que sabemos hoje que não sabíamos, vamos dizer, há trinta anos atrás? Ou seja, quais são os resultados seminais dos programas de pesquisa na nossa área? E quais são os critérios para julgar que esses resultados são seminais?

Ao tentar esboçar respostas, ainda que provisórias, a essas questões, eu vou tentar explicitar uma agenda para a pesquisa em educação em ciências no Brasil. Certamente eu não vou ser exaustivo e me perdoem se algumas áreas e questões ficarem de fora, mas eu só posso tentar explicitar essa agenda do meu ponto de vista, enquanto pesquisador que privilegia a sala de aula e a formação de professores.

A sala de aula de ciências como objeto de pesquisa

O primeiro aspecto nessa agenda diz respeito a uma linha de investigação que é relativamente recente. A questão básica que se busca responder é: como os estudantes elaboram conceitos, atitudes e habilidades em salas de aula de ciências? Essa questão implica em abrir a sala de aula, em pesquisar o que está ocorrendo lá dentro. Um dos focos a ser privilegiado é o papel da linguagem e da dinâmica das interações nessa elaboração conceitual. Outras questões relacionadas são: como desenhar atividades que favoreçam a essa elaboração? Qual o papel das aulas experimentais nesse processo de elaboração?

Observem que, dentre esse conjunto de questões, algumas referem-se a aspectos com que a comunidade de pesquisadores vem lidando já há algum tempo. Durante muitos anos, a principal preocupação das pesquisas que envolviam elaboração de conceitos era com o desenho de atividades. Havia uma crença mais ou menos implícita de que, ao elaborar adequadamente uma atividade, favorecia-se automaticamente a aprendizagem. Quando abrimos a sala de aula e começamos a pesquisar o que ocorria lá dentro começamos a

perceber que, tão importante quanto a atividade, era o discurso que circulava em torno dela. Isso trouxe para o centro das atenções o papel da linguagem, da dinâmica discursiva e da dinâmica de interações. Se não formos capazes de entender um pouco melhor essas dinâmicas teremos dificuldade em formular uma mensagem mais clara para o professor. Ao meu ver, não há como formar um professor reflexivo, ou pesquisador de sua própria prática, sem buscar elementos na pesquisa de sala de aula que ajudem a subsidiar esse processo de reflexão. Quando identificamos padrões de interação ou certas dinâmicas discursivas numa sala de aula particular, somos capazes de identificar mensagens que são válidas para todos professores envolvidos em processos de formação e não apenas para aquele que teve sua aula pesquisada. No nosso trabalho junto ao FoCo (Formação Continuada de Professores de Química e Ciências de Minas Gerais), na UFMG (vide Silva, 2001, para uma descrição desse projeto), muitas vezes analisamos, junto a um grupo de professores, episódios discursivos que ocorreram na aula de uma professora em particular, mas todos eles, de alguma forma, se vêem naquele episódio que está sendo analisado. Quer dizer, mesmo que você não tenha feito exatamente aquilo, você é capaz de identificar aspectos naquela prática que te ajudam a refletir sobre a sua própria. Daí a importância de encontrar e descrever padrões na descrição da sala de aula. Se não fôssemos capazes de descrever algo que se repete, algo que não seja único e singular, como dizem nossos amigos que trabalham com a ideia de professor reflexivo, eu penso que estaríamos perdidos. Como vamos refletir sobre uma prática que é única e singular? O que teríamos a aprender com ela? Cada prática teria de ser analisada em separado?

Uma segunda ordem de questões, ainda ligada ao problema da sala de aula, relaciona-se a tentar entender esse espaço em toda sua complexidade, estando atento para o fato de que, justamente por isso, os problemas a serem abordados não podem ser reduzidos à dimensão cognitiva. Um dos primeiros a chamar a atenção para esses aspectos, e eu espero não estar sendo injusto com outros colegas, foi Alberto Villani, que trouxe a questão da afetividade e do emocional para o foco de suas pesquisas. A Flávia, que foi minha aluna de doutorado, abordou essa questão na sua tese, enfatizando como novas práticas de sala de aula demandam novos tipos de contrato de trabalho entre professor e alunos (Santos, 2000).

Apesar de enfatizarmos a dimensão cognitiva em nosso programa de pesquisa, não podemos ignorar que a sala de aula é um espaço muito complexo e que, se não começarmos a entender esses outros aspectos e como eles devem ser abordados na formação do professor, estaremos nos omitindo em relação a uma faceta significativa do seu trabalho. Afinal, o professor trabalha constantemente com relações interpessoais que são profundamente afetadas por afetos e emoções, de modo que esses aspectos interferem profundamente em seu trabalho.

Currículos para o ensino de ciências

Tendo em mente a centralidade dessas questões relacionadas à sala de aula para uma agenda de pesquisa que expressa uma preocupação com as repercussões de seus resultados na prática pedagógica e na formação de professores, podemos tentar esboçar um segundo grupo de questões relacionadas a uma dimensão um pouco mais ampla, que diz respeito a formulações de política educacional e que pode ou não ter uma repercussão direta nessa primeira dimensão que abordamos: são questões relacionadas à proposição e implementação de currículos para o ensino de ciências. Como a sala de aula encontra-se embebida num contexto sociocultural bem específico, as repercussões das reformas curriculares vão ser bem específicas ao contexto brasileiro.

Por exemplo, uma questão bem atual diz respeito à repercussão das propostas curriculares como os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) e outras propostas curriculares que são inovadoras no contexto da educação brasileira. Como essas novas proposições curriculares chegam a sala de aula? É muito comum assistirmos, pelo menos em Belo Horizonte, ao "esforço" de adaptação de escolas da rede privada de ensino às novas propostas curriculares: essas escolas adoram colocar um carimbo em suas propagandas, dizendo que estão de acordo com as novas propostas curriculares expressas nos PCNs, que têm projeto político-pedagógico. Mas, se perguntarmos como se deu esse processo de adaptação, normalmente veríamos variações em torno de uma mesma estória: a escola reúne seus professores num fim de semana, convida um especialista para expor sobre as novas propostas, discute alguns de seus aspectos. A reunião normalmente termina com uma demanda para os professores: eles deverão, em quinze ou vinte dias, apresentarem projetos pedagógicos para sua área e também projetos interdisciplinares. Os professores ficam loucos, vão atrás dos especialistas na universidade e, com muito esforço, conseguem produzir alguma coisa, nem sempre satisfatória. A escola não os paga para isso e eles podem, inclusive, perder o emprego no próximo ano e todo o esforço vai por água abaixo. Evidentemente que estou pintando, aqui, uma caricatura, mas o que acontece na realidade não está muito distante disso. Nesse tipo de "adaptação" às novas propostas curriculares há muito pouca repercussão das inovações, propostas nos currículos, na prática pedagógica do professor.

Se quisermos ir além dessas "adaptações" superficiais, teremos que pesquisar como o professor se apropria de diferentes elementos das novas propostas curriculares em seu discurso e em sua prática de sala de aula. Uma questão importante é entender como as concepções e práticas anteriores dos professores interagem com as novas proposições. Eu tenho um aluno de doutorado, o Murilo Cruz Leal, que está pesquisando essa interação entre uma cultura escolar bem estabelecida, que está materializada em certas práticas escolares do professor, e essas novas propostas. O resultado da análise de entrevistas com os professores mostra que há uma tensão, nos seus discursos, entre apropriação e resistência (Wertsch, 1998). Essa tensão pode estar deslocada para um ou outro pólo, mas o professor sempre se apropria de aspectos das inovações curriculares levando em consideração a sua prática e discurso atuais. A apropriação é, nesse sentido, dialógica, pois as novidades são ressignificadas pelo professor, que tem como referência o entendimento atual da sua prática. Uma questão importante a investigar, e que pode ter repercussão na formação inicial dos professores, está relacionada às necessidades formativas que essas novas propostas demandam. O que é formar um professor para atuar de acordo com as novas propostas curriculares?

Uma outra questão relacionada a esse mesmo aspecto diz respeito ao papel dos livros didáticos no processo de inovação curricular. Está havendo uma adaptação de fato dos livros didáticos às novas propostas curriculares?

Um outro fator muito importante a ser pesquisado em relação às reformas curriculares é a questão da formação para a cidadania. Esse discurso, em torno da educação para a cidadania, talvez seja tão antigo quanto as próprias propostas curriculares na educação brasileira (Mortimer, 1988). No entanto, sabemos muito pouco sobre a repercussão real desse discurso no ensino de ciências ao longo de todos esses anos. Nos parece que esse discurso volta com força total com os PCNs. No entanto, poderíamos dizer que o contexto é diferente, pelo menos em relação à pesquisa em ensino de ciências. Alguns pesquisadores têm tentado problematizar a relevância dos conceitos científicos para solução de problemas cotidianos. Em outras palavras, o que está em questão é: em que extensão as pessoas empregam conceitos científicos para tomar decisões na vida cotidiana?

Apesar de a maioria dos pesquisadores na área de CTS (ciência, tecnologia e sociedade) e de letramento científico e tecnológico não se colocarem essa questão, ou seja, considerarem como certo que os conceitos científicos são sempre relevantes para tomadas de decisão na vida cotidiana, esse questionamento tem começado a emergir a partir de alguns trabalhos nessa área (Jenkins, 2000). Muitas pessoas vivem perfeitamente bem se nunca ter tido acesso a uma cultura científica. No Brasil, não é raro encontrar alguém que duvide que o homem realmente tenha pisado na lua, que considera tudo isso um embuste, uma armação.

No entanto, as propostas curriculares afirmam e nós, pesquisadores, confirmamos, que o conhecimento científico é essencial para as decisões que tomamos na vida cotidiana. Muitos professores, no entanto, continuam a ensinar uma química, física ou biologia que é relevante apenas para os exames vestibulares. Seriam esses professores insensíveis aos apelos curriculares de ensinar ciência para a formação do cidadão? Ou estariam eles simplesmente diante de uma dificuldade real? Estariam apenas se rendendo às dificuldades imensas que se apresentam para quem se propõe a ensinar uma ciência que seja relevante para a vida cotidiana? Vale lembrar que muitas das situações cotidianas que a ciência poderia explicar são, na verdade, complexas e envolvem a articulação de vários conceitos científicos, algo a que o professor muitas vezes não está acostumado. Qualquer química do cotidiano é muito mais difícil de ser ensinada do que a química tradicional, propedêutica.

Essa discussão remete a uma outra, sobre qual deve ser a relação entre conceitos e contextos nos currículos de ciências. É possível obter um balanço entre as dimensões conceituais e contextuais dos currículos? Todo conceito científico tem que ser ensinado ligado a um contexto prático, de aplicação na vida cotidiana? É possível atender a essa importante demanda para qualquer conceito científico?

Uma outra questão importante que emerge dessas considerações sobre como formar cidadãos para uma ação social responsável está relacionada à tomada de decisões. Vários pesquisadores nessa área de currículo CTS, principalmente fora do Brasil, tendem a estudar a simulação de processos de tomada de decisão, ou seja, estuda-se a tomada de decisão, em sala de aula, para problemas hipotéticos, naquilo que é chamado de *role playing* ou desempenho de papéis. No Brasil nós temos o "privilégio" de podermos abordar, na escola, a tomada de decisão no processo de solução de problemas reais da comunidade. Se andarmos pelo bairro em que fica uma escola da periferia poderemos constatar que existem uma infinidade de problemas na comunidade que poderiam ser abordados nas classes de ciências, por exemplo, problemas de saneamento básico ou problemas ambientais. Se a escola é perto de uma favela, muitas vezes há esgoto a céu aberto, ou um rio poluído pelo esgoto. Em outras áreas, os moradores jogam lixo na rua. Nesse sentido, não há porque reproduzirmos aqui a prática de colocar os alunos para desempenharem diferentes papéis na simulação de tomada de decisão sobre problemas hipotéticos. Nós temos problemas demais na vida real para ficarmos simulando problemas hipotéticos. Se a escola comesse a se preocupar com os problemas reais da comunidade e dedicasse parte das atividades do ensino das disciplinas científicas à identificação, diagnóstico e solução de problemas da comunidade, poderíamos ter uma excelente oportunidade de pesquisar esses processos e dar respostas atuais a importantes problemas de pesquisa de nossa área. Ou seja, nós temos autênticos problemas de pesquisa que são exclusivamente nossos, emergem de nossas condições sociais, econômicas e culturais. Somos nós que devemos atacá-los porque não vamos encontrar ninguém pelo mundo afora em condições de fazê-lo. Por isso mesmo nós temos condições, enquanto comunidade brasileira, de dar contribuições significativas à comunidade internacional de pesquisadores em educação em ciências na discussão de problemas de letramento científico e tecnológico. A abordagem

de problemas reais na ciência escolar é algo que pode nos colocar numa posição privilegiada frente à comunidade internacional.

Além disso, considero que não mudaremos o Brasil se não tentarmos mudar a cultura de uma comunidade por meio das ações da escola, se não integrarmos de alguma forma a escola e a comunidade. Eu me lembro de que, quando mudei para o bairro onde moro em Belo Horizonte, a região ainda era muito desabitada e havia um problema de pessoas jogando lixo e entulho nos lotes vagos. Eu me lembro de certa manhã, quando estava caminhando pelo bairro e vi um pai de família, com seus dois filhos, estacionar uma caminhonete e jogar uma grande quantidade de entulho num lote vago. Eu tentei discutir com o cidadão, chamando a atenção para o mau exemplo que ele estava dando para seus filhos, mas foi em vão. Muito provavelmente seus filhos, na escola, estariam estudando sobre questões ambientais nas aulas de ciências, incluindo o destino do lixo, reciclagem etc. Mas como a escola pode competir, em termos de educação para o exercício da cidadania, com o mau exemplo dos pais? Que repercussão esperar das aulas de ciências se os pais proporcionam esse tipo de "educação ambiental", levando os filhos para apreciar um despejo? Isso significa que se não começar a educar também a comunidade, os próprios pais, a escola vai estar criando apenas um discurso com pouca chance de ter repercussões na prática cotidiana dos cidadãos.

Para fecharmos esse conjunto de questões relacionadas ao currículo, vale destacar mais duas questões, relacionadas à natureza das ciências e a história das ciências. Qual o papel da história das ciências no currículo? A natureza das ciências é um conteúdo a ser ensinado? Parece haver um certo consenso de que a história das ciências ajuda o estudante a ter uma melhor visão sobre como funciona e se desenvolve a ciência. Além disso, o uso de episódios e explicações que foram válidas em épocas passadas daria oportunidade ao aluno de verificar a existência de modelos e explicações que já foram superados e que se aproximam de suas próprias explicações ou idéias informais. No entanto, há temas curriculares em que a história das ciências se ajusta bem enquanto que o mesmo não ocorre em relação outros temas. A pesquisa sobre o potencial da história das ciências para o desenvolvimento curricular ainda tem muitas questões a responder. O mesmo pode ser dito em relação aos aspectos epistemológicos das ciências, a natureza dos processos e métodos que são usados na construção do conhecimento científico.

A avaliação da aprendizagem

Movendo para um terceiro grande tema, nos deparamos com algo que nós temos que abordar sob o risco de colocar todo o esforço de mudança e inovação no ensino de ciências a perder: o problema da avaliação. Qual o papel dos instrumentos de avaliação, dos exames nacionais e dos exames vestibulares na mudança da prática pedagógica dos professores? O artigo do Paul Black no livro em homenagem a Rosalind Driver é ilustrativo no sentido de mostrar o quanto esse problema tem sido ignorado pela comunidade de pesquisadores (Black, 2000). Esse autor analisa quatro dos principais periódicos internacionais (*Science Education*, *International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *Research in Science Education*) e constata que, de 1988 a 1998, a média de artigos por ano tratando de questões relacionadas à avaliação é igual a oito, o que significa dois artigos por periódico por ano. Esse número, relativamente baixo, reflete uma certa tendência mundial, que se repete aqui no Brasil, de as pesquisas em educação em ciências enfatizarem pouco esse tema, apesar da importância que tem para a mudança na prática pedagógica de professores. É impossível que uma mudança na forma de ensinar seja completa se não houver também uma mudança na forma de avaliar. No Brasil, muitos professores justificam a inércia ou a

dificuldade em mudar suas práticas pedagógicas usando o argumento de que necessitam preparar os alunos para o vestibular. Toda vez que vamos falar para professores sobre mudanças no currículo ou na forma de ensinar, sempre encontramos aquele professor na platéia que levanta a mão e, timidamente, pergunta como ele pode fazer para implementar essas propostas e ao mesmo tempo preparar seus alunos para o vestibular. Sabemos que os exames vestibulares de várias universidades importantes do país têm mudado, e que essas mudanças são positivas, no sentido de acenarem para as inovações pedagógicas e curriculares em curso, mas não temos pesquisas sobre a extensão dessas mudanças ou sobre seu impacto na prática pedagógica de professores. Outro exame importante que mereceria o mesmo tipo de investigação é o ENEM (Exame Nacional de Ensino Médio). Qual o impacto desse novo exame nacional sobre a prática pedagógica dos professores e sobre os instrumentos de avaliação por eles utilizados?

Além disso, seria interessante tentar saber em que extensão os professores que mudam suas práticas pedagógicas mudam seus conceitos e práticas de avaliação. É muito difícil para o professor mudar sua prática pedagógica e manter exatamente os mesmos instrumentos de avaliação que usava antes. Se assistirmos algumas aulas de um professor que está em processo de mudança poderemos observar que ele utiliza, por exemplo, estratégias de ensino em que os alunos trabalham em grupo, outras em que os alunos devem apresentar as conclusões do trabalho em grupo, expor idéias e argumentar para toda a turma, etc. Esse professor dificilmente estará usando para avaliar seus alunos apenas uma prova mensal e outra bimestral, além de algumas listas de exercício, como muitas vezes ocorre nas práticas pedagógicas mais tradicionais. Muito provavelmente este professor estará lançando mão de avaliações em grupo, valorizando a participação, etc. Se não o fizer, corre o risco de sinalizar para os seus alunos que as atividades em grupo e os debates com toda a turma não são importantes. Pesquisar como os professores que estão em processo de mudança nas suas práticas pedagógicas lidam com aspectos relacionados à avaliação pode resultar num conjunto de reflexões importantes a serem usadas nos grupos de formação de professores, inicial ou continuada. Qual a função da avaliação para esses professores? A avaliação é um obstáculo ou um incentivo à mudança?

Para encerrar esse grupo de questões de pesquisa relacionados à avaliação seria interessante tentar verificar como os exames que têm sido usados para avaliar o sistema educacional - ENEM, para o ensino médio, e Exame Nacional de Cursos, o famoso "Provão" para o ensino superior - se relacionam com as propostas de Estado, expressas nas diversas diretrizes do Conselho Nacional de Educação - Diretrizes Curriculares Nacionais para os diversos cursos e níveis de ensino - e nas propostas de governo - os PCNs. Qual a qualidade dos exames nacionais (Provão e ENEM)? Eles são instrumentos eficientes na avaliação dos cursos e do sistema educacional? Qual a relação entre as questões que constituem o ENEM e as diretrizes curriculares para o ensino médio? Qual a relação entre ENEM e PCNs? Apesar da importância da avaliação para as mudanças na prática pedagógica de professores e na própria concepção de educação em ciências, todas essas questões que procuramos esboçar em relação a esse tema permanecem basicamente marginalizadas no trabalho da maioria dos pesquisadores da nossa área.

Formação inicial e continuada de professores

Vamos passar para um outro tema de pesquisa, que me parece bastante importante para esse Encontro, levando em consideração a quantidade de trabalhos, relacionados direta ou indiretamente a esse tema, que estão sendo apresentados: a formação inicial e continuada

de professores. Que modelos têm prevalecido para essa formação? Considero que uma resposta parcial a essa questão aponta para os modelos que insistem na importância de formar um professor reflexivo, pesquisador de sua própria prática. Apesar dos avanços que as teorias sobre o prático reflexivo (Schön, 1987) trouxeram para a formação de professores, considero importante questionar alguns aspectos desse modelo que me parecem problemáticas e tentar avançar, principalmente por meio da pesquisa de sala de aula, buscando caracterizar o que fazem os professores que mudam suas práticas pedagógicas. Nós já tivemos oportunidade de comentar essas questões ao longo dessa fala, de modo que não vou me deter nesse ponto.

O programa de pesquisa em concepções alternativas dos estudantes

Para concluir a discussão dessa agenda de pesquisa em educação em ciências eu gostaria de abordar um tema que me parece da maior importância para nossa área: a pesquisa sobre concepções alternativas, ou concepções espontâneas, ou ainda idéias informais dos estudantes. Como se poder ver, são muitos os nomes que essas “concepções” adquiriram e esses nomes não deixam de refletir uma certa filiação teórica e metodológica dos pesquisadores (Gilbert & Watts, 1983). Apesar de estar já bastante esgotada, essa linha de pesquisa durante muito tempo foi hegemônica em nossa área, favorecendo a emergência de alguns “consensos”, entre eles uma visão construtivista de aprendizagem que deu origem a diferentes propostas de ensino que levavam em consideração as concepções alternativas dos estudantes e que quase sempre se inspiravam em modelos de mudança conceitual. Uma primeira questão importante que devemos colocar em relação a essa linha de pesquisa é o que elas descobriam que nós não conhecíamos. Sabemos que muitos professores experientes, que nunca tiveram contato com os resultados dessa pesquisa, são capazes de descrever várias dessas concepções a partir da convivência com seus alunos. Os dicionários, em qualquer língua, são uma importante fonte de informação sobre concepções alternativas. Esse último aspecto tem uma consequência importante para a caracterização dessas concepções e de suas origens. A maioria das pesquisas nas décadas de 70 e 80 tratava dessas idéias como tendo origem nas interações entre o estudante e o mundo físico, nos moldes das teorias piagetianas. No entanto, se procurarmos a palavra “calor” no dicionário, encontraremos várias definições que coincidem com as concepções alternativas sobre calor descritas na literatura. E dentre as definições de calor que encontramos, essas são a maioria. A definição física de calor é apenas uma entre as muitas definições que o dicionário traz. Isso aponta para uma origem cultural das concepções alternativas, muito mais do que o resultado da interação do indivíduo com o mundo físico.

O fato de que essas concepções façam parte do universo cultural em que vivem os estudantes também explica as dificuldades descritas na literatura em mudá-las ou suprimi-las. Como temos defendido em vários artigos e no livro em que expomos a noção de perfil conceitual (Mortimer, 1995, 1998 e 2000), nos parece inútil o esforço em mudar concepções que têm raízes profundas nas nossas formas cotidianas de falar sobre o mundo e que são compartilhadas pelos indivíduos de uma mesma cultura. Suprimir essas concepções alternativas significaria suprimir uma forma de se expressar sobre o mundo que permite a comunicação entre os diferentes grupos dentro de uma mesma cultura.

Um dos aspectos que me parecem fundamentais em relação a essa linha de pesquisa é o fato de que muitos instrumentos que foram usados inicialmente para pesquisar essas concepções acabaram por se transformar em estratégias de ensino. Por exemplo, as perguntas elaboradas na forma de P-O-E (prediga, observe e explique), que inicialmente eram instrumentos usados para detectar concepções alternativas, acabaram por se transformar numa

estratégia importante para o desenho de atividades que pretendiam elicitar essas concepções e levá-las em consideração no processo de ensino.

Nós estamos vivendo um momento em que esse programa de pesquisa parece ter se esgotado. Não considero muito produtivo ficar pesquisando concepções alternativas relacionadas a temas periféricos no ensino de ciências. As concepções relacionadas aos conceitos centrais e estruturantes para o ensino das ciências foram de certa forma exaustivamente pesquisadas nos 20 anos que vão do fim dos 70 ao começo dos 90 (vide Pfundt and Duit, 1992). Nos parece, entretanto, que são poucas as tentativas de construir estruturas teóricas mais amplas e gerais que expliquem esse conjunto de resultados. Em outras palavras, nós temos uma base empírica extensa que foi construída nos últimos trinta anos, mas são poucas as tentativas de construir uma teoria coerente que dê conta desse conjunto de resultados.

Outros aspectos importantes a considerar, nessa tentativa de construir quadros teóricos mais amplos, são as dimensões não cognitivas da aprendizagem, como afeto e emoção, algo a que já nos referimos. A pesquisa em concepções alternativas e os modelos de ensino construtivistas que emergiram dessa pesquisa enfatizaram os aspectos cognitivos da aprendizagem e acabaram negligenciando os aspectos afetivos, emocionais e relacionados ao estabelecimento de novos contratos de trabalho entre professor e alunos na instauração de práticas pedagógicas inovadoras. Para a formação de um professor integral esses aspectos são tão importantes quanto os cognitivos, mesmo porque um professor que não consegue estabelecer minimamente um clima favorável em sala de aula tem dificuldades em fazer seus alunos progredir no plano cognitivo.

Outros aspectos a considerar, em relação à pesquisa em concepções alternativas, são as tentativas de reformas curriculares e inovações pedagógicas que têm alguma base construtivista. Os PCNs para o ensino médio, na área das ciências, matemáticas e suas tecnologias, parece ter como base teórica principal uma visão construtivista de aprendizagem dentro de um matriz curricular que mistura estratégias de ensino construtivistas, temas curriculares na dimensão CTS e preocupações com a natureza do conhecimento científico e com a história das ciências. Nesse sentido, as pesquisas sobre relação entre currículo ideal e prática pedagógica real, a que já nos referimos, pode ajudar também a entender como as concepções construtivistas que emergiram das pesquisas em concepções alternativas têm influenciado as concepções e práticas do professor.

Por último, mas igualmente importante, é a discussão em torno de modelos de mudança conceitual. Vamos discutir esse aspecto no interior da exposição sobre o programa de pesquisa que temos tentado construir nos últimos anos, que para nós se configura como um programa progressivo. Em primeiro lugar porque se apóia nos resultados das pesquisas sobre concepções alternativas, que consideramos como o programa mais bem sucedido nos últimos anos na área de educação em ciências, no sentido de ter ampliado bastante nosso conhecimento empírico sobre a aprendizagem de conceitos científicos. Em segundo lugar, ao tentar expandir o entendimento sobre o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos em ambientes “naturais” como a sala de aula, levando em considerações dimensões culturais, institucionais, afetivas e emocionais desses processos.

Esse programa tem por objetivo basicamente entender o processo de elaboração conceitual em sala de aula e como o ensino pode interferir nesse processo, tentando construir um entendimento tanto da dimensão conceitual quanto da discursiva do ensino e aprendizagem de ciências. Buscamos construir uma estrutura teórica capaz de ressignificar e ampliar os resultados do programa sobre concepções dos estudantes. Procuramos elaborar e

validar instrumentos metodológicos de pesquisa que permitam descrever e analisar a sala de aula ciências, de modo a produzir resultados que possam ser usados em programas de desenvolvimento profissional de professores. Esse programa de pesquisa já produziu alguns resultados que nos parecem interessantes ao descrever o uso pelos estudantes, no processo de elaboração conceitual em sala de aula, de várias concepções que já foram descritas na literatura (Mortimer, 2000). O que esses resultados trazem de novidade é a possibilidade de entender que papel essas concepções desempenham na elaboração novos significados, científicos, em salas de aula.

Em relação à dimensão conceitual desse programa de pesquisa, temos tentado retomar nossos estudos sobre perfis conceituais, orientando os trabalhos de doutoramento de Edenia Amaral sobre espontaneidade de processos químicos e de Francisco Coutinho sobre o conceito biológico de espécie. Esses estudos apóiam-se na mesma metodologia que desenvolvemos para estudar o conceito de matéria (Mortimer, 2000). Para elaborar as categorias que constituem o perfil conceitual partimos dos resultados disponíveis na literatura sobre concepções alternativas relacionadas ao conceito estudado e realizamos um estudo da evolução histórica do conceito. Meu trabalho com Edenia, neste encontro, ilustra um exercício de elaboração de categorias para o perfil conceitual de calor (Amaral e Mortimer, 2001), um dos conceitos mais bem mapeados na literatura sobre concepções alternativas e modelos de ensino por mudança conceitual.

Esses perfis são usados como instrumento analítico na interpretação da dimensão conceitual dos resultados das pesquisas sobre elaboração de conceitos em sala de aula. Portanto, tentamos articular as formas de pensar - que podem ser caracterizadas como diferentes zonas num perfil conceitual - com as formas de falar em sala de aula, traduzidas no uso de diferentes linguagens sociais e gêneros de discurso na sala de aula.

Considerações finais: a importância de se estabelecer uma agenda coletiva para a pesquisa em educação em ciências

Nesta palestra discutimos uma proposta de agenda para a pesquisa em educação em ciências, sob um ponto de vista particular, que é o de um pesquisador envolvido com os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula e com a formação de professores. Apesar de a agenda aqui esboçada não ser exaustiva e nem pretender esgotar a questão, entendemos que a comunidade de pesquisadores em educação em ciências, que tem nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências um fórum privilegiado de discussão, deve se debruçar sobre o problema de estabelecer uma agenda coletiva, que possa auxiliar o crescimento da área. Se conseguirmos esboçar consensos mínimos sobre o que sabemos, o que não sabemos e o que deveríamos saber para melhor desenvolver a área, teremos melhores condições de realizar nossos projetos individuais de pesquisa, certos de que seus resultados irão contribuir para o avanço do conhecimento coletivo sobre o aprender e ensinar ciências.

Certamente que a discussão de uma agenda de pesquisa não deve implicar na superação da diversidade de interesses e visões teóricas que orientam os diferentes programas de pesquisa na nossa área. A idéia é que possamos abrir um diálogo entre diferentes tradições de pesquisa para articular minimamente os diferentes programas e concretizar um esforço coletivo para fazer avançar a pesquisa em educação em ciências.

Referências

- AMARAL, E.R. e MORTIMER, E.F. (2001) Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(3): 5-18.
- BLACK, P. (2000) Policy, practice and research: the case of testing and assessment. In LEACH, MILLAR and OSBORNE (Eds.) *Improving Science Education: The contribution of Research*. Milton Keynes: Open University Press, p. 327-346.
- GILBERT, J.K. & WATTS, M. (1983). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*, 10: 61-98.
- JENKIS, E. (2000) 'Science for all': time for a paradigm shift? In LEACH, MILLAR and OSBORNE (Eds.) *Improving Science Education: The contribution of Research*. Milton Keynes: Open University Press, p. 207-226.
- LEACH, J., MILLAR, R. and OSBORNE, J. (2000) *Improving Science Education: The contribution of Research*. Milton Keynes: Open University Press.
- MORTIMER, E. F. (1988). O Ensino de Estrutura Atômica e de Ligação Química na Escola de 2º grau: drama, tragédia ou comédia? Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG. (Dissertação, Mestrado).
- MORTIMER, E.F. (1995) Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education* 4, 267-285.
- MORTIMER, E.F. (1998) Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, 20(1): 67-82.
- MORTIMER, E.F. (2000) *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- PFUNDT, H. & DUIT, R. (1992). *Bibliography - Student's Alternative Frameworks and Science Education*. Kiel: IPN.
- SANTOS, F.M.T. (2000) Múltiplas dimensões das interações em sala de aula. Belo Horizonte: Faculdade de Educação (Tese, Doutorado).
- SCHÖN, D. (1987) *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. San Francisco: Josey-Bass.
- SILVA, P.S. (2001) Formação continuada e mudanças na prática pedagógica: o que dizem os professores de química. Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG (Dissertação, Mestrado).
- WERTSCH, J.V. (1998) *Mind as action*. New York: Oxford University Press.