

REPENSANDO A NATUREZA DAS CIÊNCIAS

Regina Maria Rabello Borges (Coord.)

rborges@pucrs.br

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática PUCRS–MCT/PUCRS

Berenice Alvares Rosito

bbarosito@pucrs.br

Faculdade de Química/PUCRS – MCT/PUCRS

Valderez Marina do Rosário Lima

val.lima@terra.com.br

Faculdade de Educação/FAPA e UNIVATES – MCT/PUCRS

Ronaldo Mancuso

rmancuso@terra.com.br

Bolsista CNPQ/PUCRS - MCT/PUCRS

Ádria Stefani

adriastefani@ig.com.br;

Faculdade de Educação/FAPA – MCT/PUCRS

Luiza Ester Camargo

luizae@zaz.com.br

Faculdade de Educação e Faculdade de Biociências/PUCRS – MCT/PUCRS

Margarete J. V. C. Hülsendeger

hulsendeger@via-rs.net

Mestranda em Educação em Ciências e Matemática/PUCRS; Colégio João XXIII

Lia Bárbara Marques Wilges

liabmw@bol.com.br

Licencianda em Biologia/PUCRS – Bolsista BIC/FAPERGS - MCT/PUCRS

Resumo

Este texto foi construído a partir de uma pesquisa financiada pelo CNPq (recursos) e pela FAPERGS (bolsista BIC), envolvendo entrevistas com professores doutores que lecionam disciplinas relacionadas à Filosofia e à História das Ciências em cursos de pós-graduação, relacionando-as à Educação em Ciências. A análise textual dos depoimentos, nessa pesquisa com abordagem qualitativa, destacou três amplas categorias: trajetória de vida dessas pessoas, suas concepções sobre a natureza das ciências e relações dessas com a educação em ciências. O presente texto, após uma visão geral da pesquisa, concentra-se em alguns aspectos das concepções desses professores, procurando, sobretudo, compreender melhor os processos de mudança que ocorrem nas ciências.

Palavras-chave: Filosofia das Ciências; Educação em Ciências; História das Ciências.

Introdução

Este texto apresenta alguns resultados de uma pesquisa em andamento. Refere-se ao projeto PUCRS-CNPq/2001 “*Concepções sobre a natureza das ciências e a educação em ciências assumidas por docentes que atuam em nível de pós-graduação*”, que parte do seguinte problema:

“Quais as concepções sobre a natureza do conhecimento científico e a educação em ciências assumidas por docentes que abordam questões epistemológicas e pedagógicas relacionadas à Filosofia das Ciências, em nível de pós-graduação?”

Essa é a questão central da pesquisa que busca aprofundar os resultados de pesquisas anteriores sobre o mesmo tema, focalizadas em idéias sobre a natureza das ciências, tanto entre licenciandos de cursos de Ciências, Química, Física e Biologia (BORGES, 1991; BORGES e BORGES, 2001) como entre professores do Ensino Fundamental (BORGES, 1989; HARRES, 1999) e na educação continuada de professores de Ciências e Matemática (BORGES, 1995, 1997). Muitas delas indicam o predomínio do empirismo e do indutivismo entre professores, em oposição a propostas educacionais construtivistas ou interacionistas.

Tais pesquisas permitem relacionar concepções sobre a natureza das ciências e as concepções sobre educação em ciências (ZYLBERSZTAJN e BORGES, 1995). Apresentam propostas para implementar um debate epistemológico e pedagógico em cursos de formação inicial (licenciaturas) e na educação continuada de professores de Ciências, mas não abordam este tema entre professores doutores que atuam em cursos de especialização, mestrado e doutorado. Por isto foi proposta esta nova pesquisa, encaminhada ao CNPq pela proponente como pesquisadora individual.

Entretanto, logo formamos um grupo constituído por pessoas que compartilham o mesmo interesse e a mesma busca. Temos discutido e aprofundado reflexões que nos impulsionam cada vez mais. Estamos ligados ao Museu de Ciências e Tecnologia (MCT), na PUCRS, como colaboradores, com apoio de seu Diretor, Jeter Jorge Bertolotti, que nos cedeu um espaço no qual nos reunimos e dispomos materiais recebidos das agências financiadoras (CNPq e FAPERGS). Esses recursos passarão a fazer parte do patrimônio da PUCRS.

Como parte da pesquisa, foram realizadas, gravadas e transcritas entrevistas com professores que preenchem os critérios estabelecidos na proposta. Depois as transcrições foram remetidas aos entrevistados para uma revisão final. Enquanto isso, houve encontros semanais, com realização de leituras e discussões sobre o tema. De modo intercalado a esse estudo, na medida em que os textos receberam o aval dos sujeitos da pesquisa e foram devolvidos, foram sendo lidos, relidos e analisados pelo grupo, numa análise textual com abordagem qualitativa, contribuindo para aprofundar o debate, a reflexão e a compreensão de diferentes visões sobre a natureza das ciências e suas relações com a educação em ciências. Assim, essa pesquisa apresenta uma contribuição diferente das anteriores, já referidas, pois nos cursos de pós-graduação geralmente é questionada a concepção tradicional sobre a natureza das ciências, predominante nos demais níveis de ensino.

Origem e fundamentos da pesquisa

Desde os anos 80, estudos sobre Filosofia das Ciências e seus vínculos com a educação foram incentivados no Mestrado em Educação da UFSC, linha de investigação Educação e Ciências, especialmente por Arden Zylbersztajn, que trabalhava a disciplina “Fundamentos das Ciências Naturais” já no primeiro semestre. Quem teve a oportunidade de participar do debate estabelecido nessa disciplina deparou-se com diversos paradigmas sobre a natureza do conhecimento científico (KUHN, 1978) e suas relações com a educação científica praticada nas escolas, o que motivou a realização de pesquisas pela proponente durante ou após o mestrado e contribuiu para o desenvolvimento de um debate epistemológico e pedagógico relacionado à Filosofia das Ciências, inclusive em outros estados. No Rio Grande do Sul, isso aconteceu a partir da rede interinstitucional ACOMECIM (*Ação Conjunta para a Melhoria da Educação em Ciências e Matemática* – CAPES/PADCT/SPEC) e do

CECIRS (*Centro de Ciências do Rio Grande do Sul*, uma das instituições participantes da rede), que convidaram o Prof. Arden a participar de alguns eventos locais, entre 1992 e 1996.

Em 2001 constituímos, na PUCRS, um grupo de pesquisa para dar continuidade ao mesmo debate, aberto a alunos dos Programas de Pós-Graduação em Educação e em Educação em Ciências e Matemática, a professores da PUCRS e, ainda, a professores de outras instituições (FAPA e UNIVATES) que pertenceram ao CECIRS (Centro de Ciências do Rio Grande do Sul), pois a maior parte do grupo participou de uma pesquisa cooperativa, no CECIRS, numa tese sobre transição entre paradigmas (BORGES, 1997).

Restabelecendo o diálogo sobre a natureza das ciências e a educação em Ciências, entramos em contato com colegas que atuam em cursos de pós-graduação em instituições do estado e do país. Temos consciência da importância dessa reflexão, sobretudo por envolver relações com o trabalho realizado nas escolas em nível fundamental e médio, bem como em cursos de licenciatura.

Embora, como foi enfatizado, ainda prevaleça a tradicional concepção empirista e indutivista sobre o conhecimento científico, tanto nas licenciaturas como entre professores em exercício nas escolas, tudo isso tem sido discutido nos cursos de pós-graduação, em disciplinas relacionadas à Filosofia e História das Ciências. Esta pesquisa, além de subsidiar o trabalho em uma das disciplinas do Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS, tem permitido a todo o grupo uma reconsideração e um repensar da sua prática docente e de idéias sobre a natureza das ciências.

Repensando o desenvolvimento das ciências e a educação em ciências

Na Antigüidade, em nossa cultura ocidental, havia livre discussão de idéias entre os filósofos, abrangendo os assuntos mais diversos. Durante a Idade Média, foi estabelecida uma determinação religiosa para a interpretação do universo como questão de fé. Então, no século XVII, Francis Bacon argumentou que o cientista precisa limpar a mente de preconceitos individuais e coletivos ao estudar a natureza, para que seja possível captar, diretamente, os dados acessíveis à observação. Constituiu-se assim o método experimental baconiano, ou método científico tradicional, que serviu como base ao positivismo lógico, no século XX (anos 20). O positivismo, em diversas modalidades, adaptando-se e refinando-se a partir de críticas, ainda hoje é marcante, sendo predominante na educação em ciências.

Professores de todos os níveis ensinam tal processo, como se houvesse apenas um método científico. E ainda hoje muitos trabalhos científicos seguem esse modelo. Pessoas que trabalham em laboratórios de Química, Física e Biologia aprendem-no como uma seqüência determinada de etapas e o reproduzem.

Mas serão as observações realmente neutras e objetivas, sem influência prévia de interpretações e de teorias? Segundo Hanson (1985), isto é inviável, pois as observações são filtradas pelo que conhecemos e acreditamos. Isto é visível nos relatos que ilustram o desenvolvimento histórico das ciências. Em consequência, há grandes discordâncias quanto à realização de atividades experimentais, como se necessariamente ocorressem dentro de uma concepção empirista e indutivista, partindo dos fatos observáveis e mensuráveis em direção a uma abrangência cada vez maior.

O empirismo e o indutivismo têm sido muito contestados em análises críticas da história das ciências realizadas por filósofos ligados às ciências naturais, como Bachelard, Popper, Fleck (os três a partir dos anos 30), Hanson (anos 50), Kuhn, Lakatos, Toulmin, Feyerabend (anos 60 em diante), Laudan e outros mais recentes. O debate estabelecido entre alguns desses filósofos das ciências foi comentado por Zylbersztajn (1986), Piaget e Garcia (1987), Chalmers (1993), Portocarrero (1994), Borges (1991, 1996), Harres (1999) e outros,

numa abordagem predominantemente internalista, ou seja, com ênfase em trabalhos e debates protagonizados por comunidades de cientistas.

Uma abordagem complementar – embora apresentada, inicialmente, em oposição ao internalismo – é o externalismo, que considera os fatores externos às comunidades científicas (econômicos, sociais, religiosos, políticos) como determinantes (HESSEN, 1984), ou ao menos muito influentes no desenvolvimento das ciências (ZANETIC, 1989).

Nossas idéias sobre o ensino e a natureza das ciências integram-se a muitas concepções e vivências. As teorias científicas são influenciadas pelas idéias predominantes numa cultura. Vinculam-se a uma interpretação da realidade, que pode ser reestruturada. É importante, então, questionar o que está estabelecido, expondo, ouvindo, refletindo, dialogando, percebendo que idéias divergentes podem ter, cada uma, coerência interna e aplicabilidade, fazendo sentido no contexto em que foram construídas – merecendo, portanto, no mínimo, respeito e consideração. Isto norteia o nosso trabalho e reflete-se na metodologia da pesquisa.

Metodologia

Os sujeitos da pesquisa, como já foi colocado, são professores doutores graduados em Física, Química e Biologia que lecionam disciplinas epistemológicas em cursos de pós-graduação, estabelecendo conexões entre a natureza das ciências e a educação em Ciências. apresentam em comum terem participado do III ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), realizado em Atibaia/SP em novembro de 2001. Todos os professores nessas condições, presentes ao evento, concordaram em contribuir e participaram da pesquisa com seus depoimentos: Alberto Villani (USP), Alexandre Medeiros (UFRPe), Charbel Niño El-Hani (UFBA), Demétrio Delizoicov (UFSC), Edson Oaigen (ULBRA/RS), João Batista Harres (UNIVATES/RS), Roque Moraes (PUCRS). Foi entrevistado depois Arden Zylbersztajn (UFSC), inscrito no evento e já agendado por nós, que não pode comparecer. Entre eles, cinco são graduados em Física, dois em Biologia e um em Química. Ao referi-los neste texto, vamos identificá-los por suas iniciais: AV, AM, CNH, DD, EO, JH, RM, AZ.

A proposta inicial encaminhada ao CNPq previa apenas entrevistas com professores do Rio Grande do Sul, devido a dificuldades de custos e deslocamento a outras regiões do país. Então, foi muito oportuno o encontro no III ENPEC. Quase todas as entrevistas foram realizadas durante o evento.

Ao retornar a Porto Alegre, organizamos o grupo de pesquisa enquanto aguardávamos os recursos do CNPq, para encaminhar a transcrição das entrevistas. Preparamos o espaço para as nossas discussões e leituras e iniciamos o trabalho.

Logo no início da análise textual dos depoimentos, percebemos a necessidade de ampliar nossa base teórica e a interrompemos, muitas vezes, para recorrer a mais leituras e discussões envolvendo o referencial mencionado em cada entrevista.

Como entender e analisar as idéias apresentadas, sem nos familiarizarmos com o contexto de sua construção? Da mesma forma, a trajetória dos sujeitos da pesquisa, seu relato de vida – as oportunidades, as dificuldades, os desafios -, integram-se ao modo próprio de cada um perceber, agir e pensar, iluminando a compreensão das diferenças pessoais e conceituais.

No processo de análise, estabelecemos algumas categorias básicas. Mas temos realizado a análise com respeito e admiração, procurando, no contexto de uma pesquisa com abordagem qualitativa, aprofundar a compreensão, sem interesse em classificar, rotular, avaliar.

Somos gratos a essas contribuições de pessoas que se expuseram e nos doaram um pouco de si, ao explicitar suas escolhas, dúvidas, pensamentos e emoções, junto ao conhecimento que integra prática e teoria na educação em ciências. Os entrevistados permitiram que suas palavras fossem gravadas e depois receberam, por correio eletrônico, a transcrição, revisando os textos produzidos e remetendo-nos de volta, obtendo a confirmação de os havermos recebido. Passamos então à análise, conscientes de que este não é um trabalho a ser realizado superficialmente, com uma categorização simplificada das idéias apresentadas. No decorrer do processo de pesquisa, temos vivido, também, uma desestabilização e mudanças na forma de perceber e pensar a natureza do conhecimento científico – especialmente durante a realização da análise textual.

Processo de análise e seus resultados

Emergiram da análise três categorias básicas, resumidas a seguir.

- **Trajetória:** aspectos da vida pessoal e profissional dos sujeitos da pesquisa, que eles mesmos consideram como significativos para o seu direcionamento à Filosofia e História das Ciências. Alguns desses aspectos foram intencionais, por escolha e decisão pessoal. Outros foram inesperados e decorreram de circunstâncias especiais, em algum momento, sendo depois assumidos e reafirmados ao longo do tempo. Tiveram grande influência as pessoas com as quais interagiram no estudo e no trabalho, algumas compartilhando conhecimentos em sua área específica ou trazendo contribuições de outras áreas, permitindo uma percepção diferenciada e criativa. Também algumas circunstâncias e achados – por exemplo, um livro, uma página na Internet ou um grupo de discussões, um convite, uma viagem, um curso, um evento – tiveram grande influência, para alguns.
- **Concepções:** idéias sobre a natureza das ciências e o desenvolvimento histórico do conhecimento científico. De modo integrado a cada trajetória de vida, algumas concepções sobre a natureza do conhecimento científico se consolidaram e outras foram revistas e reconstruídas. Houve ênfase na importância de conhecer autores clássicos, como Popper, Kuhn, Bachelard, Lakatos, Feyerabend. Através dos nossos entrevistados fizemos ou aprofundamos contato com idéias de autores menos conhecidos, como Fleck (contemporâneo de Popper e Bachelard), Toulmin e outros mais recentes, como Laudan e Searle, além de filósofos das Ciências Biológicas, pouco conhecidos no Brasil.
- **Educação:** relação entre as concepções sobre a natureza das ciências e a educação em Ciências, com relatos sobre como as aulas são desenvolvidas, em diferentes níveis de ensino, considerando as características, os conhecimentos e as idéias prévias dos alunos. A maioria dos professores entrevistados fez reflexões enfatizando a necessidade de desestabilizar certezas, mas com respeito a idéias divergentes, numa abordagem internalista, relacionando essas idéias à educação em ciências e exemplificando com situações propostas e vivenciadas em sala de aula. Consideramos que isso é muito importante porque o conhecimento científico está imerso em situações da vida cotidiana e desenvolve-se em contextos

socioculturais, que servem como base a interpretações da realidade. Foram feitas também considerações numa linha externalista e, a partir daí, houve manifestações de incentivo à criticidade dos alunos ao que é veiculado, ou não, pelos meios de comunicação, com recomendações à busca de informações em fontes diversificadas.

Não é possível, neste artigo, detalhar cada uma das nossas categorias. Cada uma delas será objeto de análise num texto específico. Então, optamos por desenvolver aqui alguns aspectos especialmente instigantes na categoria que engloba as concepções sobre a natureza do conhecimento científico e o desenvolvimento que marcou a História das Ciências. Focalizaremos, em especial, diferentes idéias relacionadas à ocorrência de mudanças conceituais e às tentativas para compreendê-las.

Buscando compreender processos de mudança: um novo olhar sobre a realidade

Na categoria “concepções”, bastante ampla, foram abordadas questões muito interessantes. Alguns dos sujeitos da pesquisa enfatizaram uma abordagem mais externalista:

“... questões históricas devem ser discutidas de outra forma, não só com datas e datas, números e números, mas com o fato histórico do momento onde foi construído e o que está representando. O que representa hoje no momento atual. Trabalho numa linha mais externalista. Agora, não adianta mais ficar só na questão internalista do fato sem vinculá-lo com o que acontece hoje.” (EO)

Outro aprofundou a filosofia das Ciências Biológicas: *“...e qual a natureza do fenômeno? Essa é a questão. Uma das implicações que eu desenvolvo é essa: a importância de se entrar nos padrões e, via a idéia de padrões, começo a pensar muito na discussão de Gagliardi sobre conceitos estruturais. Essa idéia de você, ao invés de enfatizar os conceitos específicos, enfatizar os conceitos centrais organizadores do campo da Biologia... me parece que grande parte, se não for a maioria, desses conceitos centrais, são conceitos que falam sobre padrões de organização.”* (CNH)

Mas a maioria dos entrevistados refere seu próprio esforço e interesse em compreender processos de mudança na história das ciências, mencionando Kuhn e sua obra mais provocante e comparando “A Estrutura das Revoluções Científicas” com as idéias de outros autores. Transições e mudanças nas ciências: revoluções científicas ou evolução conceitual? Este é um dos aspectos que abordamos.

Consideramos interessante, num contexto em que o ensino experimental é comum em propostas de educação em ciências, questionar também a visão de conhecimento implícita ao trabalho, pois o enfoque epistemológico da experimentação depende de cada professor.

Na maior parte das situações pesquisadas sobre o tema, entre licenciandos e professores de ciências, a idéia predominante é a seguinte: a partir da observação dos fenômenos são formuladas hipóteses, seguidas por experimentos, reflexões, às vezes reformulações... e novos experimentos em situações diversas, com integração dos resultados e de novas reflexões, até culminar em conclusões e generalizações. Seria essa a base de um conhecimento válido, confiável, científico.

Essa é a visão mais tradicional, assumida, ao menos em parte, inclusive por aqueles que buscam cursos de pós-graduação para professores de ciências, embora possam admitir não ser

esse o único caminho, conforme outra pesquisa apresentada neste evento (RM)*. Mas os fatos e os experimentos não são suficientes para construir novos conhecimentos (Giordan e Vecchi, 1996), o que também é admitido por professores de Química, Física e Biologia, ainda segundo aquela pesquisa, sendo necessário um questionamento contínuo em torno de idéias prévias, que correspondem a filtros da realidade. É importante, então, refletir mais sobre o papel da imaginação e da criatividade na metodologia científica, bem como sobre os obstáculos para superação de crenças e de preconceitos, em qualquer investigação. Tal questionamento faz parte dessa pesquisa. Parece-nos oportuno o estabelecimento de um debate com abertura a idéias divergentes, pois as relações entre questões epistemológicas e pedagógicas evidenciam-se na discussão e explicitação de idéias sobre o papel da experimentação na educação científica.

Por que não, se não há um consenso nem mesmo entre os filósofos das ciências? Conforme as mais diversas teorias construtivistas, é considerado como essencial, em qualquer situação, partir-se das idéias prévias e das vivências de uma pessoa ou de um grupo, em todo o processo de aprendizagem, formal ou não, o que inclui as comunidades de cientistas. Até que ponto somos influenciados pelo senso comum? Como a inovação é possível, diante da força de idéias tradicionais?

“Aí, então, eu entro com a questão do Heidegger, da Fenomenologia. O Heidegger dizia que a gente confunde natural com tradicional. Tradicional é aquilo que a gente esqueceu as origens, não sabe de onde vem e toma como natural. Então, muitas coisas que nós tomamos como naturais, na verdade não são naturais, são preconceitos que nós carregamos, que não sabemos de onde vêm e pensamos que sempre foram assim.” (AM)

Nesta discussão, existe um risco: muitos vêem qualquer processo experimental como positivista. Um dos entrevistados (AM) nos contou uma situação recente que viveu. Enviou cinco artigos para uma revista. Quatro foram aceitos e o outro foi recusado, porque falava em laboratório e foi considerado como positivista. Mas, conforme ele, nem tinha sido lido. Então, ele destacou que, ao criticar o empirismo, pode-se passar de um extremo a outro: da simplificação dos livros didáticos à rotulação de qualquer experimento como empirista. Mas o trabalho experimental pode ser voltado a desestabilizar certezas e abalar a crença no que parece evidente, pela introdução de modificações intencionais na experimentação convencional, padronizada, pelas quais os resultados deixam de ser os esperados. Além disso,

“muitos que criticam o Bacon nunca leram nada dele, criticam de ouvir dizer. O único bacon que conhecem, de verdade, comem com pão e batata. Mas, criticam o Francis Bacon, mesmo assim. Eu não estou aqui fazendo a defesa do Bacon, nem do Francis, nem do Roger (e nem do que certos analistas comem com pão)... Não é verdade, por exemplo, que o neopositivismo, o positivismo lógico, não leve em conta a intermediação, como costuma ser dito. Isso, absolutamente, não é verdade... essa ausência de intermediação na construção do conhecimento. É verdade, sim, em relação ao positivismo inicial. Agora, certamente, há uma série de questões mais profundas que o positivismo jamais respondeu e que a gente tem que trazer à baila. O positivismo, como um todo, mesmo nas suas formas mais sofisticadas, é, certamente, uma Escola degenerada, para usar a expressão do Lakatos; mas, devido a questões outras e não às tolices que muitos apontam ao criticá-lo. Agora, como trazer essas questões para uma discussão realmente participativa? (AM)

Trata-se de questões polêmicas... A nós, enquanto grupo, interessou profundamente, mas não vamos detalhar este debate aqui. Deixamos a critério de cada pesquisador/professor,

* “O que é esta coisa chamada ciência? Idéias sobre ciências de professores de Matemática, Física, Química e Biologia”, a ser apresentado por Roque Moraes no IV ENPEC.

para ser discutido ao longo do evento. Então, sem nos determos e tomarmos partido nesta discussão, queremos trazer a público, neste momento, contribuições dos nossos entrevistados para polemizar mais ainda o mesmo debate, a partir das idéias de Kuhn e relacionando-as com as de outros autores, como Bachelard, Fleck, Laudan, Toulmin, Feyerabend. Incluiremos, para isto, mais alguns fragmentos selecionados das nossas entrevistas:

“... com o Kuhn eu aprendi a respeitar a ciência normal. A ciência normal não é nada de ruim, é parte importante da formação. Quer dizer, períodos de revolução são muitos raros. Normalmente os cientistas estão fazendo ciência normal, e isso é importantíssimo para o progresso da ciência, e não é fácil fazer. Quando Kuhn usou aquela famosa expressão de “quebra-cabeças”, ele não estava tentando ser irônico, nem criticar a ciência normal. Esta foi a metáfora, a analogia que ele achou. Mas, os quebra-cabeças são coisas difíceis, que nem todo mundo consegue fazer, que exige formação, exige dedicação... Então ele fala das revoluções, mas o que mais me chamou a atenção é a visão de ciência normal, que justifica uma série de pontos de vista sobre o que é estudar ciência, o que é fazer ciência e tudo mais, a formação para aprender a ver o mundo de acordo com as leis de um determinado paradigma. Então, tudo isso é formação de um cientista, é muito forte” (AZ).

“Aprofundando a leitura do Fleck... (há) uma vantagem em relação a obra de Kuhn: ele não estava preocupado só com comunidades científicas. O pressuposto básico é a compreensão dialética do conhecimento, a epistemologia básica tem como pressuposto a interação. O conhecimento ocorre na interação sujeito/objeto. Este conhecimento, que é produzido por um particular sujeito, precisa ser compartilhado por outros dessa comunidade” (DD).

“Uma coisa é falar-se sobre uma revolução científica, estar falando, portanto, em quebra de paradigmas; outra coisa é falar-se sobre algo que se assemelha, mas que não é a mesma coisa, como é o caso da idéia de um corte epistemológico. Só para dar uma idéia, porque um corte epistemológico para o Bachelard, por exemplo, na minha visão, não é exatamente a mesma coisa que uma revolução científica, que uma quebra de paradigma... ele tem essa forma de encarar a transição de uma visão romântica para uma visão científica, que não é a mesma coisa da visão kuhniana. E confundir essas coisas parecidas pode ser muito perigoso. É neste sentido que eu falo na necessidade de um aprofundamento, de perceber semelhanças e diferenças entre conceitos utilizados” (AM)

“Fleck quer mostrar que o fato é socioculturalmente construído. Ele não tira a dimensão real do fato, a dimensão objetiva, mas vai desenvolver todo um modelo de explicação epistemológica, onde a essência é a seguinte: ele é um realista crítico no sentido que o Alexandre Medeiros tinha dito na mesa redonda de hoje, em relação ao Einstein – ou seja, atribui um status independente à realidade, mas o acesso cognitivo a essa realidade para se chegar à consciência do fato e a sua explicação é compartilhado por um coletivo. Nesse sentido é que ele diz ‘gênese e desenvolvimento do fato científico’. Um processo socioculturalmente construído pelo qual algo que não é percebido, ou detectado, até um determinado momento, passa a ser descrito e compreendido de uma maneira que é aceita e compartilhada pelos elementos que constituem o coletivo... A categoria estilo de pensamento é uma das mais importantes presentes na obra de Fleck. Ela se assemelha ao que Thomas Kuhn chamaria mais tarde de paradigma” (DD).

“Thomas Kuhn deu uma grande contribuição ao introduzir elementos sociológicos na Filosofia da Ciência. Mas, depois vieram os exageros. E nem me refiro à fragilidade teórica do tão idolatrado Paul Feyrabend. Refiro-me mesmo a autores mais consistentes que os

estudantes precisam conhecer: as idéias de Laudan, que reconstrói com precisão muitas coisas mal colocadas pelo Kuhn. E não estou falando de filósofos tão novos assim. O Kuhn e o Feyerabend morreram recentemente, nos anos 90, e o Laudan já está bem maduro. E para aqueles que desejam enveredar pelos aspectos mais complexos da linguagem, recomendo que leiam o John Searle. Não é possível que a formação filosófica dos pesquisadores em Educação em Ciências fique restrita às leituras apressadas da Estrutura das Revoluções Científicas e às menções episódicas ao Feyerabend. É preciso ousar um pouco mais. Eu recomendo leituras, principalmente, do Toulmin, do Fleck, do Polanyi, do Ravetz, do Hanson e outros do mesmo porte. Infelizmente, não há muitas coisas disponíveis em português sobre esses autores” (AM).

“Laudan vem depois do Khun. ... Laudan não estava vendo a História da Ciência como uma luta de paradigmas... Porque na História aparece gente que trabalha dois paradigmas opostos... digamos que a comunidade científica aprecia tanto o velho, porque o velho é mais seguro, quanto o novo, porque o novo pode ser que amanhã já tenha resultados: um é a promessa e o outro é a conquista já feita. Então, se você olhar no começo e no fim, é tudo diferente, mas se você vai ver no meio, existe o diálogo, tem uma negociação e tem as razões racionais que em geral funcionam. Nunca a perda aceita é do tipo de virar irracional, no sentido contrário à razão” (AV).

“No fundo, qualquer um que lê sobre a História da Ciência e lê sobre Filosofia da Ciência percebe como as verdades são relativas. Provisórias num sentido, consensuais de outro, mas... o que o Toulmin chama absolutismo epistemológico, ou seja, a crença de que existe uma verdade pronta, acabada, que emana da razão ou que emana da realidade, é muito difícil de ser superada. Toulmin elogia a postura do Feyerabend, chama-o de muito corajoso... Para mim, o princípio básico é que as verdades são relativas, mas há critérios racionais para avaliá-las. Mais ainda, esses critérios podem mudar com o tempo, não são estáticos. Essa parece ser a base do pensamento do Toulmin e nisso ele difere um pouco dos outros. Na minha tese trabalhei o Lakatos, o Popper, o Kuhn, o Feyerabend e a visão positivista, mas essa característica me serve e me ajuda a entender a perspectiva de educação, pelo menos em parte... Não há uma hierarquia superior do conhecimento científico em relação ao cotidiano, ao conhecimento experiencial da vida” (JH).

Considerações finais

Discutindo o significado e a natureza do conhecimento científico, percebemos que as concepções sobre o ensino e a natureza das ciências integram-se a muitas vivências, conhecimentos e emoções (BORGES, 1997). Mas, com o tempo, as teorias científicas elaboradas em um certo contexto tendem a ser transformadas ou substituídas, passando, segundo Kuhn (1978), por mudanças paradigmáticas – cada uma das quais constituindo um processo longo e difícil capaz de levar a outra interpretação da realidade.

Por isso tem havido um esforço para incentivar o questionamento crítico envolvendo a natureza e o processo de desenvolvimento das ciências, com todas as suas implicações educacionais. Idéias sobre a natureza das ciências têm sido problematizadas nos programas de Pós-Graduação em Educação que incluem a linha de pesquisa Educação em Ciências e, com ênfase maior, nos novos programas de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Faz parte desse questionamento o debate sobre a natureza do conhecimento científico e suas conexões com a educação em ciências, promovido e incentivado por esta pesquisa. Aprofundar esta reflexão com mestrandos que lecionam Ciências, Biologia, Física,

Química e Matemática em escolas de nível fundamental e médio poderá, talvez, influir no amadurecimento ou na mudança das concepções desses mestrandos, refletindo-se no trabalho que realizam nas escolas e no seu desempenho acadêmico.

Os resultados desta pesquisa têm sido extraordinários para o nosso crescimento pessoal e nos têm proporcionado momentos desafiadores enquanto grupo. Parece-nos que, como afirma Bachelard, cada reflexão faz sentido num determinado contexto e algumas teorizações e argumentações são tão bem construídas que já não conseguimos fugir delas, a não ser por arrombamento, tal como aconteceu na ruptura entre a Física clássica e a relatividade, quando o próprio conceito de tempo, até então considerado como constante, foi modificado por Einstein (BACHELARD, 1986). Neste exemplo, como em muitos outros referidos por Bachelard, há coincidência entre as noções de “corte epistemológico” e “paradigma” (KUHN, 1978). Mas Bachelard, assim como Fleck, não restringe essas rupturas e transformações às comunidades de cientistas, nem as situa temporalmente, a não ser em situações excepcionais:

“Em fins do século passado, acreditava-se no caráter empiricamente unificado do nosso conhecimento do real. ... Eis, porém, que a Física contemporânea nos traz mensagens de um mundo desconhecido. ... No mundo desconhecido, o que é o átomo? Acaso haveria uma espécie de fusão entre o ato e o ser, entre a onda e o corpúsculo? ... Acaso não se tratará de uma cooperação mais profunda do objeto e do movimento, de uma energia complexa em que convergem aquilo que é e aquilo que se transforma?” (BACHELARD, 1977, p.14)

Fleck, em especial, bem como Laudan, lança luz no decorrer dos processos de mudança, situando-as nas interações entre grupos com idéias divergentes, embora ambos tenham maneiras próprias de descrevê-las e buscar compreender o que acontece entre o início do processo e o seu término. Com exceção de Kuhn, os demais filósofos que discutem estas questões, mencionados nas nossas entrevistas (Popper, Lakatos, Feyerabend, Toulmin, Bachelard, Fleck, Laudan), não se referem aos cientistas como sendo conservadores, nem parecem aceitar a idéia de “ciência normal”. Contudo, ficou marcante, para nós, a observação de AV: Kuhn foi tremendamente criticado, *“todos queriam bater nele”*, mas houve enorme interesse e todos consideraram relevantes e provocantes suas colocações.

Portanto, a expectativa é que essa experiência possa contribuir para o desenvolvimento pessoal, científico e profissional dos participantes e, em conseqüência, na educação em ciências desenvolvida na PUCRS e em outras instituições de ensino, sendo válida também em eventos como este, pois

“Nós compartilhamos, dentro de um determinado período da nossa vida acadêmica, de um determinado estilo de pensamento, ou vários estilos de pensamento que compõem essa comunidade de físicos, de químicos e de biólogos. Na medida em que a gente começa a migrar de uma área que não é só da Biologia, da Física ou da Química, nós passamos a interagir com outro coletivo de pensamento, no caso a Educação. Há pelo menos trinta anos, no Brasil desde os anos 70, que a comunidade de pesquisa em Ensino de Ciências está se constituindo.

Podemos pensar que, usando uma compreensão deste processo a partir da dinâmica proposta por Fleck, nós fomos abrindo mão dos nossos estilos iniciais. Não teríamos mais estilo de pensamento dos biólogos, dos físicos e dos químicos, para balizar as nossas

pesquisas, mas também não o da Educação. Nessa convivência que vai existindo, a gente pode criar um outro estilo de pensamento, ou vários estilos de pensamento, que são compartilhados.” (DD)

Concordamos plenamente. Continuamos lendo, estudando e discutindo diversas idéias de diferentes autores, comparando-as para perceber diferenças, semelhanças e aplicações na prática docente, centrando-nos na problematização ligada ao tema da pesquisa.

Está prevista ainda a organização de um livro com capítulos construídos pelos sujeitos da pesquisa, a partir das entrevistas que nos concederam. Pretendemos intensificar, portanto, no segundo semestre deste ano, o contato com todos eles. Certamente receberão este texto antes do IV ENPEC, em que possivelmente voltaremos a nos encontrar.

Referências

BACHELARD, G. *O Novo Espírito Científico*. Lisboa: Edições 70, 1986.

_____. *Epistemologia* - Trechos escolhidos por Dominique Lecourt. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BORGES, R.M.R. *Concepções Sobre o Conhecimento Científico e Reconstrução Curricular*. Florianópolis, Monografia, UFSC, 1989.

_____. *A Natureza do Conhecimento Científico e a Educação em Ciências*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, 1991.

BORGES, R.M.R. *Processo de Transição entre Paradigmas sobre a Natureza do Conhecimento Científico*. Proposta de Tese (Doutorado em Educação). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 1995.

_____. *Em Debate: Cientificidade e a Educação em Ciências*. Porto Alegre: SE/ CECIRS, 1996.

_____. *Transição entre Paradigmas: Concepções e Vivências no CECIRS (Centro de Ciências do Rio Grande do Sul)*. Porto Alegre: PUCRS. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 1997.

_____. Repensando o Ensino de Ciências. In: MORAES, Roque (Org.). *Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas*. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2000.

BORGES, R.M.R.; BORGES, K. Concepções de licenciandos em Ciências Biológicas sobre a natureza do conhecimento científico. III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (III ENPEC), Atibaia/SP, 2001.

CHALMERS, A.F. *O que é Ciência, Afinal?* São Paulo, Brasiliense, 1993.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. *As Origens do Saber - das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

HANSON, N.R. *Patrones de Descubrimiento*. Observation e Explication. Madrid: Alianza, 1985.

HARRES, J.B. *Concepções de Professores sobre a Natureza da Ciência*. Porto Alegre: PUCRS. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 1999.

HESSEN, B. As Raízes Sociais e Econômicas dos "Principia" de Newton. In: *Revista do Ensino de Física*, v. 5, n. 1, 1984.

HESSEN, B. As Raízes Sociais e Econômicas dos "Principia" de Newton. In: *Revista do Ensino de Física*, v. 5, n. 1, 1984.

KUHN, T.S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

PIAGET, J. e GARCIA, R. *Psicogênese e História das Ciências*. Lisboa: Dom Quixote, 1987.

PORTOCARRERO, V. (org.) *Filosofia, História e Sociologia das Ciências I: Abordagens Contemporâneas*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994.

ZANETIC, J. *Física Também É Cultura*. São Paulo, Tese de Doutorado, FEUSP, 1989.

ZYLBERSZTAJN, A. Idéias sobre a Natureza do Conhecimento Científico. Projeto Treinamento e Ação. Natal, UFRN, 1986 (mimeo).

_____; BORGES, R. M. R. Concepções de Ciências e Ensino de Ciências. In: RIO Grande do Sul. Secretaria da Educação. Departamento Pedagógico. Centro de Ciências do Rio Grande do Sul. *II Fórum Estadual de Debates em Clubes de Ciências*, 1995. Anais. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1995.