

A expansão da pós-graduação na Fundação Oswaldo Cruz: contribuição para a melhoria da educação científica no Brasil

Tania C. Araújo-Jorge*
Evelyse Lemos Borges **

* Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz
taniaaj@ioc.fiocruz.br

** Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz
evelyse@ioc.fiocruz.br

Resumo

Relatamos a experiência de criação dos novos cursos de mestrado e doutorado em “Ensino em Biociências e Saúde” na Fundação Oswaldo Cruz. Contextualizando a atual crise brasileira na educação científica, seus condicionantes e conseqüências, o artigo discute aspectos epistemológicos e metodológicos desses cursos e analisa os fatores que levaram uma instituição de pesquisa, tradicionalmente ocupada com as questões específicas de Biociências e Saúde, a envolver-se com os problemas de educação formal e não-formal na área, identificando desafios.

Palavras-chave: ensino de ciências; educação e saúde; pós-graduação; formação de professores.

Abstract

This article reports the experience of creating new Master and Doctoral programs in “Bioscience and Health Education” at the Oswaldo Cruz Foundation. It contextualizes the current crises in science education in Brazil, examining its causes and consequences, and discusses the epistemological and methodological aspects of these programs. The article then analyzes the factors that led a traditional research institution to become involved with the problems of formal and nonformal education, and, finally, it identifies new challenges.

Keywords: science education; science teaching; health and education; graduate study; teacher preparation.

Introdução

A educação científica em todos os níveis e sem discriminação é necessidade essencial para assegurar o desenvolvimento sustentável. Em anos recentes, iniciaram-se em escala mundial esforços para desenvolver e fortalecer programas educacionais destinados a dar a todas as crianças, jovens e adultos uma educação básica. Sobre esta base é que se devem erguer a educação, a comunicação e a divulgação

da ciência. Mais do que nunca é necessário expandir a alfabetização científica, cultivando habilidades e técnicas de raciocínio, para aumentar a participação pública nos processos de tomada de decisões sobre a aplicação de novos conhecimentos (UNESCO, 2000).

Como a afinação dos músicos antes de um concerto, esse trecho da Declaração de Budapest, na Conferência Mundial sobre a Ciência, realizada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) e pelo Conselho de Uniões Científicas Internacionais, para referenciar os rumos da ciência mundial no terceiro milênio, pode ser definido como o tom usado para a afinação do trabalho que resultou na criação de um novo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde (PG-EBS), com mestrado e doutorado acadêmicos, na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

Criado em 1900, o Instituto Oswaldo Cruz (IOC) deu origem e constitui hoje uma das unidades do grande complexo de produção de conhecimentos, insumos e recursos humanos para a saúde, chamado Fiocruz. O IOC segue a filosofia propagada por Carlos Chagas Filho: “Aqui se ensina porque se pesquisa”, reconhecendo assim a relevância social da relação entre ensino, pesquisa e extensão, princípio que orientou as ações de Oswaldo Cruz, seu criador. O processo que descreveremos reflete o compromisso de garantir à sociedade acesso ao conhecimento atualizado, assumido por cientistas e educadores. Engajados no cumprimento da sua função social, eles desenvolveram experiências que deram origem às duas áreas de concentração da PG-EBS: a de *ensino formal*, referente ao ensino institucionalizado nas escolas (educação infantil, fundamental, média, profissional e universitária de graduação e pós-graduação); e a de *ensino não-formal*, que ocorre em espaços não escolares, como congressos, eventos, museus e centros de ciência, e espaços de cultura, arte ou saúde, na família e no convívio com os grupos e organizações sociais.

As experiências que antecederam à criação da PG-EBS conduziram à percepção de que há na sociedade uma grande interdependência entre a atuação dos cientistas, professores e divulgadores científicos. Cotidianamente eles estabelecem diferentes formas de relação com o conhecimento e uma atuação isolada pouco contribui para a melhoria da educação científica no Brasil. Os cientistas, aqui entendidos como investigadores nas áreas de Biociências, Saúde e Educação, só cumprem sua função social se os conhecimentos que constroem e os produtos que deles derivam causarem impacto positivo na qualidade de vida dos seus semelhantes. Os professores e os divulgadores científicos, por outro lado, devem garantir que os significados dos conhecimentos científicos, cuja apropriação social intermedeiam, correspondam àqueles que os cientistas validam e sobre os quais constroem consensos.

Percebeu-se também que, para garantir a aprendizagem dos significados que se pretende ensinar, não basta o domínio exclusivo do conhecimento pedagógico ou do conhecimento específico em um dado ramo das ciências. É preciso compreender a relação entre essas duas áreas, considerando a natureza do conhecimento a ser ensinado, o perfil do público com o qual se interage, e o contexto onde a situação de

ensino efetivar-se-á. Foi essa relação que impulsionou a Capes a reconhecer o “Ensino de Ciências e Matemática” como uma nova área de conhecimento. Tradicionalmente voltada à investigação de temas específicos das Biociências e da Saúde, também é essa relação que caracteriza a Fiocruz como um espaço privilegiado para a interlocução entre profissionais que, de diferentes maneiras, se ocupam da apropriação do conhecimento científico pela sociedade.

Nesse artigo descreveremos os contextos que propiciaram o encontro de cientistas de diversas áreas das Ciências, da Educação e da Saúde, e o processo de construção da PG-EBS. Sua construção compartilhada possibilitou que cada docente cumprisse um papel importante, colaborasse, influenciasse e fosse influenciado, até um resultado final que, sabidamente provisório, agradasse a todos. Consideramos esse exemplo útil para toda a comunidade acadêmica brasileira, empenhada no desenho do novo Plano Nacional de Pós-Graduação.

A crise na educação científica no Brasil

Durante muitos séculos prevaleceu uma visão de que a ciência era um saber restrito a iniciados. Hoje, a presença direta ou indireta da ciência e da tecnologia no cotidiano das pessoas é amplamente reconhecida. Muitos dos mais importantes assuntos giram em torno de temas científicos, como Aids, vazamentos químicos, lançamento de satélites, clonagem genética, mudanças climáticas, drogas contra o câncer, armas químicas. A ciência é obviamente relevante para nossas vidas, mas muito pouca gente está “alfabetizada” cientificamente, ou seja, poucos cidadãos estão preparados para ler e entender os meandros científicos com os quais se deparam no dia a dia. Até mesmo os responsáveis por tomadas de decisões políticas importantes para a sociedade, o fazem, muitas vezes, com base apenas em conhecimentos de senso comum, geralmente inadequados do ponto de vista científico.

A ciência é um fator de transformação social, de melhoria da qualidade de vida, principalmente quando seus frutos são partilhados por todos os segmentos sociais (Bazin e cols., 1987). A compreensão da natureza é um anseio do ser humano e a compreensão da ciência pelo cidadão tornou-se um imperativo ético. Nesse processo ocorre a redescoberta de uma conquista da humanidade, surgida em um contexto social, político e econômico bem determinado e motivado por razões específicas (Prigogine, 1997). O desenvolvimento científico e tecnológico tornou-se um fator crucial para o bem-estar social, a tal ponto que a distinção entre os povos é hoje feita pela capacidade de criar ou não o conhecimento científico (Unesco, 2000). “O mundo de hoje é dividido não pela ideologia, mas pela tecnologia”, afirma Sachs (2000), destacando que ciência e tecnologia são hoje mais excludentes que o capital, e definem o futuro de um povo, sua capacidade de inovar e de adaptar as tecnologias desenvolvidas em outros lugares. São essas percepções que motivam a Unesco, na mesma Declaração com que abrimos esse artigo, a defender que

a educação científica, em todos os níveis e sem discriminação, é requisito fundamental para a democracia. Igualdade no acesso à ciência não é somente uma exigência social e ética: é uma necessidade para realização plena do potencial intelectual do homem.

Como outros países do mundo, o Brasil vive hoje uma grave crise na educação científica. Alguns dos elementos dessa crise estão relacionados à produção explosiva do conhecimento (Leta e De Meis, 1997), com vertiginoso volume, velocidade e renovação, a uma educação científica orientada por uma concepção positivista do conhecimento, associada a currículos e livros didáticos de ciências em muitos aspectos equivocados e defasados (Bizzo, 2000), que sinalizam para a apropriação de saber científico de forma pouco crítica e cumulativa. O grande desinteresse dos jovens pela ciência, o analfabetismo científico da população em geral e de seus representantes políticos, e a mitificação da ciência pela mídia, são meras conseqüências dessa crise.

Esse problema vem sendo contemplado em diferentes âmbitos do contexto político nacional. Roberto Amaral (2003), por exemplo, no seu discurso de posse no Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, janeiro de 2003), fez o seguinte retrato da crise:

Uma política irresponsável de privatização, de par com a desestruturação do ensino público, degradou o ensino médio, e compeliu 70% do alunado brasileiro, no geral os mais pobres, a procurar as escolas superiores privadas. Esse ensino, de qualidade quase sempre discutível, despreza as áreas científicas e não investe em pesquisa. O ensino médio, sem laboratórios, se ressentido de professores de ciências, física, química, matemática e biologia, que a Universidade não forma. Assim, retardatários, caminhamos na contramão da experiência dos países centrais, nos quais o sistema de ensino em geral e a Universidade ocupam lugar especial nas políticas públicas. (...) Vamos integrar nossos esforços aos esforços do MEC, visando à formação de professores de ensino médio. (...) Prioridade daremos à árdua tarefa de popularização das questões da ciência e da tecnologia. Trata-se de tarefa da maior importância política e ideológica. Precisamos levar a ciência para o dia a dia de cada brasileiro, para que cada cidadão e cidadão, (...), entendendo a importância da pesquisa e da inovação na qualidade de sua vida, se transforme em seu defensor. Mobilizaremos todas as forças disponíveis.

Órgãos públicos e sociedades científicas vêm desenvolvendo programas para enfrentar as dificuldades de *qualificar e manter atualizados os professores* da educação básica e mesmo os universitários: os Ministérios da Educação (MEC) e da Ciência e Tecnologia (MCT), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); e sociedades científicas como a Academia Brasileira de Ciências (ABC), a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), a Sociedade Brasileira para o Ensino de Biologia (SBEnBio), a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Abrapec), as Sociedades Brasileiras de Física (SBF)

e de Química (SBQ), a Associação Brasileira de Química (ABQ), entre outras. Apesar do impacto positivo que esses programas vêm proporcionando na área de Ensino de Ciências e, em consequência, ao contexto de atuação dos profissionais envolvidos, a abrangência dos seus resultados ainda é incipiente, em termos territoriais e populacionais para o Brasil.

O subprograma “Educação para a Ciência/SPEC-PADCT-Capes” que, entre 1983 e 1997, subsidiou várias instituições de ensino e pesquisa na busca de melhoria da qualidade dos ensinamentos de Ciências e Matemática no Brasil (Gurgel, 2002) é um exemplo desse tipo de ação. Essa e outras ações apontam para o consenso de que o ensino não pode mais basear-se no conhecimento adquirido, mas no processo de adquiri-lo, para adaptar-se continuamente às mudanças derivadas do avanço rápido do conhecimento, interpretando o mundo físico, natural e tecnológico a seu redor. É preciso ser capaz de autogerir a própria aprendizagem, de modo que o conhecimento sirva de instrumento para novas aprendizagens e para a interação com o meio, isto é, para o educando ser capaz de apropriar-se do conhecimento para saber usá-lo e ampliá-lo.

O desafio feito à comunidade científica por Glaci Zancan (2000) direciona a atenção para alguns cuidados importantes: se desprezados na hora da definição de metas e da decisão das ações de formação e de popularização da ciência, podem prejudicar a qualidade dos seus resultados. Zancan alertou a comunidade científica brasileira para a tarefa de “lutar para *mudar o ensino de informativo para transformador e criativo (...)* tarefa gigantesca, pois abarca todos os níveis de ensino sem privilegiar um em detrimento de outro”. A autora defende:

pesquisa educacional precisa ser ampliada, pois as experiências educacionais nem sempre podem ser transportadas de uma realidade sociocultural para outra, exigindo que sejam estimuladas por investimentos apropriados (grifo nosso).

Concordamos quanto à necessidade de ampliação da pesquisa educacional, mas defendemos que mais importante ainda é garantir que seus resultados cheguem na educação formal das salas de aula, nos contextos de educação não-formal e também nos de elaboração das políticas educativas. Mortimer (2002) considera que as pesquisas dos educadores em Ciências no Brasil têm conseguido chegar na sala de aula, uma importante marca distintiva. Ao contrário, Krasilchik (2000) afirma que os resultados das pesquisas ainda não atingiram os centros de decisão, nos âmbitos federal, estadual e municipal e que “as propostas de reformas têm sido irrealistas ou inaceitáveis pelos professores” que, mesmo sendo os responsáveis pelas situações de ensino, “ficam cada vez mais afastados tanto dos centros de decisões políticas como dos centros de pesquisa”.

Borges e Moreira (2003), em uma leitura também menos otimista sobre o impacto dos resultados das pesquisas educativas na sala de aula, propõem a Teoria de Aprendizagem Significativa (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980) como um dos conhecimentos de base comum para a formação inicial de professores, formadores de professores e investigadores das ciências educativas. Considerando que parte do problema educativo

decorre do *ensino* receber maior ênfase do que a *aprendizagem*, os autores defendem que a teoria serviria como subsídio para uma prática docente transformadora, e como uma linguagem comum para as referidas categorias profissionais já que, em última análise, possuem a mesma função social: favorecer a aprendizagem significativa dos alunos.

Aprendizagem significativa é o processo pelo qual o indivíduo, intencionalmente, relaciona novas idéias de forma substantiva, e não arbitrária, aos conhecimentos que já possuía. De acordo com Novak (2000), aprender significativamente leva tanto à capacitação humana quanto ao compromisso e à responsabilidade. Sua premissa:

Pense-se em qualquer área de conhecimento onde se consegue relacionar o que se sabe com a forma como esse conhecimento funciona, para compreender o sentido da experiência nessa área, (...). Este é um conhecimento que se consegue controlar e que dá uma sensação de posse e de poder.

Foi esse efeito capacitador, no sentido de adquirir poder por meio da educação (*empowerment*), que possibilitou aos alunos operários de Paulo Freire controle sobre a própria língua, a conquista da autoconfiança, da sua condição de sujeito histórico-social e, conseqüentemente, o rompimento com o processo de “domesticação” ao qual estavam submetidos.

O papel da pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática

A idéia de uma ciência mutante e provisória é uma aquisição essencial para os educadores e divulgadores científicos, especialmente aqueles que atuam em Biociências e Saúde. O sistema educacional precisa então deslocar a ênfase de seu trabalho no ensino centrado na memorização de fatos, comumente fora de foco (Postman e Weingartner, 1969, Moreira, 2002), para a compreensão do *processo científico como uma ferramenta de aprendizado*. Atender essa atual demanda exige uma drástica transformação da realidade que, por sua vez, só romperá seu sistema de autopropetuação se as mudanças começarem de dentro para fora, ao contrário de tentativas anteriores. São muitos os fatores que concorrem para esse sistema (baixa remuneração e precária formação inicial e continuada dos professores, reformas educativas idealizadas sem a efetiva participação da escola, instalações inadequadas, falta de material, salas superlotadas, etc.), entretanto, não é nossa intenção fazer uma extensa lista, mas comentar dois aspectos que consideramos relevantes para a área de Ensino de Ciências.

O primeiro refere-se aos *espaços não-formais de educação*. A escola não é o único espaço de formação dos indivíduos. Ao interagir com o meio, particularmente o social, a escola estabelece um processo dinâmico de formação, influenciando e sendo influenciada. Assumir esse caráter interdependente entre o sujeito e o meio, entre o sujeito e o outro, é fundamental para o exercício pleno da cidadania. Infelizmente, a relação social que predomina atualmente, pautada em uma concepção cumulativa

de conhecimento, reforça o que Paulo Freire (1996) chamou de “educação domesticadora”, processo pelo qual o indivíduo, dentro ou fora da escola, estará sempre dependente do outro nas situações de tomada de decisão. Um bom exemplo disso é a qualidade das informações que nos são divulgadas, comumente manipuladas em função de interesses vários que não os da população comum. As revistas científicas, escritas pelos e para os cientistas, raramente estão acessíveis ao público leigo e, quando estão, costumam ser de difícil compreensão. A atualização científica da população dá-se, de um modo geral, por meio de revistas de divulgação científica ou por noticiários diários ou semanais. O aspecto negativo da situação não está no instrumento de mediação e nem na profissão do autor das respectivas matérias, mas no compromisso assumido nesse processo. A mídia, ao veicular a notícia enfatizando o aspecto mercadológico do assunto e minimizando seu impacto social e científico, deixa de ser um instrumento a serviço do público e passa a assumir um caráter empresarial (Silva e Megid Neto, 2003).

O segundo aspecto que nos interessa comentar é a *estrutura curricular dos cursos de graduação e pós-graduação*. A organização de uma escola e/ou sistema educacional corresponde à materialização de uma determinada concepção de educação e de seu profissional (Arroyo, 1999). Hoje, o fazer escolar, sua legislação e boa parte das pesquisas, são conduzidos pela concepção de que a qualificação é pré-requisito para a transformação da realidade e que o conhecimento específico é condição *suficiente* para o exercício da prática docente. Desse modo, contrariando a legislação e os discursos dos seus atores, os cursos de formação de professores (em especial os de Biociências) ainda funcionam no modelo cartesiano da racionalidade técnica, no qual a prática é entendida como o momento de aplicação do conhecimento científico e pedagógico. Mesmo as licenciaturas, “são inspiradas em um curso de bacharelado, em que o ensino do conteúdo específico prevalece sobre o pedagógico e a formação prática assume um papel secundário” (Pereira, 1999).

A tendência atual é conceber a prática como um espaço de criação e reflexão, no qual o conhecimento evolui em um processo dinâmico e constante. O caráter complementar de cada momento do processo de formação de educadores é o que assegura que nenhum dos dois se torne o único domínio da sua formação: nem só a prática em sala de aula nem só o acúmulo de conhecimentos específicos ou pedagógicos (Barcelos e Cunha, 2003). Parece estar sendo negligenciado algo essencial para a construção de um ensino voltado para a aprendizagem significativa: a relação entre o conhecimento específico e o pedagógico. Nesse “modelo institucionalizado”, a idéia de qualificação como pré-requisito para a atuação profissional tem sido reforçada, especialmente nos cursos de pós-graduação *stricto sensu* de áreas específicas.

Atentemos para a seguinte incoerência: apesar desse nível de titulação ser condição legal para o exercício da função docente no nível superior (LDB n° 9.394 de 20/12/1996), durante o mestrado e o doutorado a formação pedagógica raramente acontece ou fica limitada a um “estágio de docência” (Portaria Capes n° 21 de 5/6/2003), cujas orientações estão

restritas ao tempo e local de atuação. Não se exige que o próprio formando analise a atividade de docência que realizou, nem que seu orientador o faça. Epistemologia da ciência e a evolução histórica da área de conhecimento na qual o estudante escolheu especializar-se, quando presentes entre o conjunto de disciplinas oferecidas nos programas *stricto sensu*, não são consideradas como essenciais para a formação básica do pesquisador e tampouco para a atividade docente no nível superior. Formados nesse contexto, é natural que, ao assumirem a tarefa docente nos cursos universitários, esses profissionais deleguem maior *status* à pesquisa do que ao ensino. Romper com esse modelo implica então investir também na formação de professores universitários e, para tanto, os cursos de mestrado e doutorado devem assumir efetivamente que o seu papel é formar pesquisadores e professores universitários. A docência, função básica da universidade (Campanario, 2002), deve ser tratada com atenção, pois a formação didática deficiente que têm, em geral, os professores das licenciaturas, é transmitida aos seus alunos que, como professores do ensino básico, a transmitirão a todos os seus alunos, perpetuando um ciclo de ensino de baixa qualidade.

Em um estudo sobre testes de concursos para professores entre 1875 e 1975, Schulman (1986) identificou que a supervalorização inicial nos conteúdos inverte-se para a preponderância das questões pedagógicas. Baseado no princípio de que é preciso assumir a *relevância do conteúdo e da pedagogia* na formação docente, o autor defende a necessidade de conhecimento de conteúdo, de conhecimento pedagógico do conteúdo, e de conhecimento curricular. O conteúdo específico corresponde àquele que é próprio da especialidade do professor e o conhecimento pedagógico do conteúdo corresponde àquele que lhe possibilita transformar um conteúdo específico em um material passível de ser aprendido significativamente. Assim, a diferença entre um biólogo pesquisador e um biólogo professor é que esse transforma o conhecimento específico em um conhecimento compreensível para o aluno, considerando a natureza do conteúdo a ser aprendido e o perfil cognitivo, social, histórico e afetivo desse aluno. Tal fato não caracteriza uma dicotomia entre conhecimento específico e pedagógico, mas a *interdependência* entre ambos no processo de ensino e de aprendizagem. Para organizar um ensino sobre célula, por exemplo, não basta um conhecimento pedagógico geral, mas um conhecimento pedagógico sobre esse tema específico, comumente ausente nos cursos de licenciatura.

O conteúdo curricular, por sua vez, corresponde ao conjunto de conteúdos a ser ensinado nos diferentes níveis de escolarização e os materiais didáticos escolhidos para o favorecimento da aprendizagem pretendida. A célula é um tema presente em todos os níveis de escolarização, da educação básica à pós-graduação, sendo que a diferença dos seus currículos estará no nível de complexidade com o qual o tema será tratado. Assim, é o conhecimento pedagógico do conteúdo que possibilitará que os estudantes desses diferentes níveis vivenciem um ensino que lhes permita construir uma representação mental de célula como um sistema aberto, dinâmico e em constante interação com o meio. Independente do nível de especialização e interesse que possam ter pela célula, existe uma idéia

central comum que lhes permitirá pensar e conversar sobre um mesmo objeto quando ouvem o conceito. Por outro lado, é muito provável que a representação de célula como a estrutura estática e plana tipo ovo frito (Borges 1999) seja decorrente da ausência do “conhecimento pedagógico do conteúdo” subsidiando as ações no contexto educativo.

Os tipos de conhecimento propostos por Schulman corroboram o que Ausubel nos apresenta como condição básica para a organização do ensino, para a ocorrência de aprendizagem significativa. Como idéias centrais do modelo construtivista (Borges e Moreira, 2003) eles funcionam como pilares para essas ações: 1) a adequação do conhecimento que se deseja aprendido aos conhecimentos prévios do aluno; 2) a intenção do aluno para aprender, isto é, sua escolha consciente para aprender de forma significativa e não por memorização; 3) a existência de um material potencialmente significativo, situação que exige a qualificação dos profissionais que fazem a mediação da apropriação do conhecimento que os capacite a construir situações (e materiais) de ensino adequados para a sua realidade.

Uma estratégia para reverter a atual situação é considerar que precisamos de tratamentos mais globais (Campanario, 2002) que implicam na importância de pensar-se nas dimensões mais permanentes do trabalho dos professores (Arroyo, 1999). Os aspectos mais específicos, que apesar de necessários são menos urgentes no processo de formação, deveriam ser tratados em uma etapa subsequente. Sem clareza dos conceitos e princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, inovações poderão ser muito úteis para diminuir a monotonia do cotidiano escolar, mas tenderão a perpetuar a formação escolar inadequada que predomina atualmente.

Diante do exposto, e do atual momento do Plano Nacional de Pós-Graduação, a área de conhecimento em Ensino de Ciências e Matemática da Capes ainda tem como importante desafio consolidar sua identidade e ocupar “os espaços” que lhe são próprios. Afinal, a tradicional “dicotomia” entre teoria e prática, entre conteúdo específico e pedagógico e entre pesquisadores e professores só será rompida quando a concepção de que ensinar corretamente não é sinônimo de apresentar o significado correto (cientificamente validado) de um determinado conteúdo por consenso nos diferentes contextos sociais, especialmente aqueles que se ocupam com a educação científica. O Programa de Ensino de Biociências e Saúde, que passamos a descrever, propõe-se a encarar esses desafios e prepara-se para eles.

O contexto favorável à criação de novos cursos de mestrado e doutorado em Ensino de Ciências

O contexto brasileiro e o esforço pela melhoria da educação científica

A área de Ensino de Ciências e Matemática foi criada pela Capes em setembro de 2000 como nova área temática (Moreira, 2002). Seu crescimento tem sido vertiginoso; 15 cursos de mestrado acadêmico, oito de mestrado profissional e cinco de doutorado (www.capes.gov.br),

até janeiro de 2004. O crescimento da área manifesta-se, também, na ocorrência de vários encontros, congressos e simpósios nacionais e internacionais específicos, em um grande número de dissertações e teses defendidas nessa temática e na existência de várias revistas especializadas de circulação nacional, algumas delas de recente surgimento (Greca, 2000). Mas outros programas de pós-graduação também abrigam áreas de concentração ou linhas de pesquisa em Ensino de Ciências. Dois programas tradicionais da UFRJ, por exemplo: Coppe e Departamento de Bioquímica Médica, têm promovido e apoiado a pesquisa e a formação na área de Ensino de Ciências.

A educação científica hoje, especialmente a educação em Biociências e Saúde, tem como desafio formar profissionais para essa sociedade em mutação, o que requer, cada vez mais, compromissos sociais, éticos, saberes específicos e pedagógicos e uma abordagem interdisciplinar. Apesar da formulação de algumas estratégias pedagógicas mais adequadas ao ensino dos conceitos mutantes da ciência contemporânea (Gil-Pérez, 1994, Elliott, 2000), há enorme carência de sua adequação aos sujeitos envolvidos e ao contexto geográfico, social e temporal. Assim, há que se pensar em estratégias de educação que promovam um esforço constante para estimular o interesse geral pela ciência, o desenvolvimento da criatividade na ciência, e a interação horizontal entre as áreas do saber, preparando cidadãos alfabetizados cientificamente e identificando vocações científicas no decorrer desse processo. Essa correspondência entre o processo pessoal e social de construção do conhecimento é uma percepção fundamental para que cientistas, professores e divulgadores científicos conscientizem-se de sua co-responsabilidade, assim como a igualdade de importância que desempenham no processo de mediação entre a cultura científica e a popular.

Desse modo, a importância da contribuição do cientista para a sociedade evidencia-se, por um lado, por seu papel de provedor de respostas às questões ligadas à qualidade de vida, com um enfoque mais humanista e menos cientificista da educação em ciências e, por outro, pela responsabilidade com a compreensão da natureza do conhecimento e na identificação das suas idéias centrais, condição fundamental para aqueles que se ocupam da mediação entre os saberes construídos pela comunidade científica e os saberes construídos nos outros contextos sociais.

Junto com o professor ou com o divulgador científico, o cientista tem um papel decisivo na identificação do processo de construção do conhecimento, das perguntas e contextos (políticos, afetivos, geográficos e sociais) que lhe deram origem. Ativo pesquisador e militante da área de ensino de ciências, Eduardo Mortimer (2002) defende que um dos compromissos importantes dessa área é fazer os resultados das investigações chegarem à sala de aula: tudo deve iniciar com as questões relacionadas à sala de aula, para melhorar nosso entendimento dos processos que aí acontecem e, a partir desses conhecimentos, contribuir para a formação de pesquisadores, professores e divulgadores científicos.

É esse olhar mais holístico sobre o conhecimento científico que proporcionará novas aprendizagens aos sujeitos envolvidos. Nesse processo, dentre essa explosão de conhecimentos, o problema referente à seleção

do que é ou não relevante passará a ser enfrentado com maior naturalidade. De acordo com Zancan (2000), “trata-se de selecionar a informação pertinente e que seja necessária para fundamentar raciocínio e decisões”. A divulgação científica, quando fundamentada nesse princípio, assume a responsabilidade de apresentar informações organizadas de modo que seus significados sejam apropriadamente percebidos pelo público a que se destina e, ao mesmo tempo, garantam a oportunidade de acesso a diferentes olhares sobre um mesmo problema para que tome suas próprias decisões. Profissionais com autonomia intelectual para fazer do e no seu local de trabalho, um espaço para se produzir e aprender o conhecimento. Na área da saúde, uma importante forma de utilização do conhecimento produzido diz respeito ao aumento de seu impacto na realidade sanitária da população, por meio de ações preventivas envolvidas nos processos da educação em saúde (transmissão/assimilação/mudança de comportamento). A expectativa é de que, nesses programas de pós-graduação *stricto sensu*, também se contribua para a construção de uma visão integrada entre prática profissional e formação.

Essa preocupação nos indica que, mais do que o conhecimento, é preciso voltar a atenção para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas que permitam ao indivíduo

fazer parte da sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a ela, usufruir a tecnologia sem idolatrá-la, mudar sem ser dominado pela mudança, conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais, rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas (Moreira, 2000).

Aspectos regionais, culturais, de gestão e autonomia das escolas, o contexto socioeconômico, novos modelos de ensino e de aprendizagem, e o processo de globalização têm sido identificados como elementos de qualidade para um desenvolvimento humano auto-sustentável e à produção de novas formas de relação e de organização do trabalho do mundo contemporâneo (Demo, 1994, Morin, 2000). A escola cumpre um papel especial relativo às expectativas de produção e apropriação do conhecimento, bem como às suas formas de interação com o processo científico. A qualidade do ensino deixa de ser apenas técnica e pedagógica, para assumir também uma dimensão ética e política, porque passará a ser pensada e construída a partir de projetos que se dirijam politicamente para o exercício soberano da cidadania.

Essa preocupação não é recente. Há 15 anos, o documento final do IV Encontro Nacional de Reformulação dos Cursos de Formação de Educadores já apontava a necessidade de formação de educadores que dominem o conhecimento específico de sua área, articulado ao conhecimento pedagógico, para serem capazes de atuar como agentes de transformação da realidade em que se inserem (Freitas, 1999). Estamos, portanto, atrasados em relação à concretização dessa tarefa.

Essa perspectiva implica em os educadores de hoje precisarem ter autonomia intelectual para criar, a partir da sua realidade, as suas próprias metodologias. Além disso, eles devem, também, ser capazes de poder analisar, discutir, refletir, compreender e explicar criteriosamente esse próprio processo de elaboração, em uma atividade de investigação em senso estrito. Em uma situação de educação científica realmente voltada para que os alunos aprendam a aprender essas características serão de grande valia como motivação inicial, sem substituir o processo de interação reflexiva, aumentando o capital humano da população (Toffler, 1970). A aprendizagem depende da efetiva participação do aluno: se ele não se envolve afetiva e cognitivamente, pensando, refletindo, ouvindo e argumentando, não há metodologia que garanta sua aprendizagem.

O contexto institucional da Fiocruz: locus privilegiado para a construção de um programa de pós-graduação stricto sensu em Ensino de Biociências e Saúde

Vinculada ao Ministério da Saúde (MS), a Fundação Oswaldo Cruz é abrangente e diversificada, composta por 13 unidades distribuídas em cinco Estados brasileiros. Sua missão é gerar, absorver e difundir conhecimentos científicos e tecnológicos em saúde, por meio do desenvolvimento integrado das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, ensino, produção de bens, prestação de serviços de referência e informação. A finalidade dessa missão é proporcionar apoio estratégico ao Sistema Único de Saúde (SUS) e contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população e para o exercício pleno da cidadania (www.fiocruz.br).

Sede dos Centros de Referência da Organização Mundial de Saúde e do próprio MS, a Fiocruz atualiza-se permanentemente em número crescente de áreas de conhecimento, servindo à saúde pública no Brasil e no exterior. A Fundação vem conseguindo enfrentar o desafio de fazer o cientista atentar para os problemas de saúde da população e sensibilizar os gestores das organizações de C&T para a lógica específica do avanço do conhecimento.

Conseqüentemente, como instituição de pesquisa, desde sua origem a Fiocruz sempre esteve envolvida com atividades de formação. Atualmente, oferece 12 cursos de pós-graduação *stricto sensu* nas áreas Biomédica, Clínica e de Saúde Pública e diversos outros de *lato sensu*, além de cursos profissionalizantes de nível médio. Os programas *stricto sensu* da Fiocruz são reconhecidos pelo seu padrão de excelência. Suas histórias, especialmente dos seus três programas mais antigos, chegam a confundir-se com a história da evolução de suas áreas no Brasil. No entanto, até a criação da PG-EBS, a oferta da Fiocruz para a formação de mestres e doutores com atuação voltada ao ensino e à popularização científica estava limitada a pesquisas conduzidas por alguns de seus docentes, por vezes expressas como área de concentração ou como linhas de pesquisa abrigadas em outros programas *stricto sensu*.

O processo de construção do novo programa de pós-graduação em Ensino de Biociências e Saúde: integrando sujeitos, conhecimentos e sentimentos

O Instituto Oswaldo Cruz, que abriga a PG-EBS caracteriza-se por suas missões de pesquisa e ensino, procurando colocar em debate a integração entre ambas como expressão de um projeto institucional. Tradição e transformação estão permanentemente em ação no IOC, onde surgem novos conceitos biológicos, sempre com o compromisso de formação de pessoal (Grynszpan e Araújo-Jorge, 2000). Mais de 200 doutores formam cientistas, técnicos e educadores em 15 departamentos de pesquisa, com uma produção média de 100 teses por ano. O IOC e as demais unidades da Fiocruz parceiras na PG-EBS reúnem atualmente muitos pesquisadores que já desenvolvem pesquisas em questões relacionadas com Educação, Divulgação, Ciência e Saúde. Muitas experiências que contribuíram para o amadurecimento da equipe docente que se lançou na construção da PG-EBS foram sistematizadas (Bazin e cols., 1987, Grynszpan, 1999, Gadelha e Schall, 1999, Araújo-Jorge, 2000, Vianna e Carvalho, 2001). A essas experiências soma-se a meta política de expansão da pós-graduação, expressa no Plano Quadrienal (2000-2004) da presidência da Fiocruz (Buss e Gadelha, 2002). A necessidade de uma pós-graduação específica foi identificada pelo Grupo de Trabalho criado em 2002 pela presidência da Fundação para “incentivar e conferir maior visibilidade às iniciativas de educação e divulgação científica realizadas na Fundação Oswaldo Cruz, atendendo a educação em ciência como componente essencial da cidadania” (Fiocruz 098/2002-PR). Em um segundo trabalho, comentaremos mais detalhadamente como essas experiências confluíram para a criação do novo programa. No entanto vale a pena destacar dois eixos desse debate:

Primeiro: *lato sensu* ou *stricto sensu* para educadores? Adotamos o conceito de que o espaço da formação de pós-graduação *stricto sensu* não se confunde e nem pode ser assumido pelo da formação *lato sensu*. São complementares e não seqüenciais, podendo alguém que já concluiu doutorado retornar à instituição para um *lato sensu* para atualização ou especialização, em um processo de formação continuada, ou alguém que já concluiu sua especialização optar por cursar um mestrado ou doutorado, aprofundando sua formação acadêmica.

Segundo: mestrado profissional (MP) ou mestrado acadêmico? A similaridade dos requisitos da Capes para a criação de mestrados profissionais e acadêmicos, associada à necessidade “de mais programas de doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática” (Moreira, 2002), levou-nos à opção pela modalidade de mestrado *acadêmico* e doutorado, deixando a estruturação de um possível MP para um momento posterior, quando o programa já estivesse consolidado.

Os docentes da Fiocruz, que foram identificados e que se aglutinaram nesses processos, associaram-se a outros colaboradores da UFRJ (Institutos de Física e de Biofísica), da Uerj (Faculdade de Educação) e do Cefet-Química, reunindo uma massa crítica significativa para fazer frente ao desafio de construir a PG-EBS. A maioria já orientava mestrandos e

doutorandos em outros programas na Fiocruz ou em outras instituições, tendo formado previamente 31 doutores e 90 mestres. Desses, 9 doutores e 28 mestres já haviam sido titulados especificamente na área de Ensino de Ciências e Saúde, na Fiocruz ou em outras instituições (UFRJ, UFF, PUC-Rio). Os docentes também orientam alunos em cursos de especialização, na graduação (iniciação científica e monografias de bacharelado) ou no nível médio (programas de vocação científica ou projetos discentes). Além de seus projetos regulares de *pesquisa biomédica*, muitos pesquisadores desenvolvem projetos de *pesquisa em educação*, com aprovação de auxílios em agências financiadoras nacionais e internacionais. A implementação da nova PG-EBS expressou, portanto, uma realidade já existente na instituição, e demonstrou que a Fiocruz moderniza-se, em sintonia com as prioridades da ciência estabelecidas hoje nos planos nacional e internacional. Em março e abril de 2003, a proposta foi redigida e consolidada, aprovada nas Câmaras de Ensino do IOC e da Fiocruz e submetida à Capes. Em seis meses os novos cursos estavam autorizados a funcionar. Em março de 2004, concluímos o primeiro processo seletivo com a matrícula de 44 mestrados e 14 doutorandos, marcando a inauguração da PG-EBS com uma aula proferida pelo professor Jorge Guimarães, presidente da Capes. Uma construção rápida para um projeto urgente.

A PG-EBS foi planejada para que ocorra uma efetiva construção de conhecimentos e valores, tanto em espaços formais como em não-formais de educação. Isso necessariamente envolve uma dimensão comunicativa, dada à circulação social do conhecimento, e desdobra-se no campo da divulgação científica, atividade hoje essencial na intermediação entre o conhecimento científico e a comunidade potencialmente usuária desses saberes. Assim, a articulação de cientistas de áreas específicas (Bióciências e Saúde) com cientistas da área de Ensino de Ciências, possibilita a busca conjunta de soluções para os problemas do ensino na área, para a melhoria da prática docente e para a consciência dos limites da abrangência das ações propostas. Pode também contribuir para minimizar a diferença do *status* social que os cientistas das áreas específicas, inadequadamente, conquistaram em relação aos da área educativa e que tanto contribui para a perpetuação do ensino dicotômico que predomina nos cursos de formação de professores. Destacamos do referencial teórico legado aos brasileiros por Paulo Freire, no seu clássico *Pedagogia da Autonomia* (1996), os seguintes saberes (e princípios) necessários à prática educativa, presentes na filosofia de ensino da PG-EBS:

1) *Não há docência sem discência*: ensinar exige: rigor metodológico, pesquisa, respeito aos saberes do educando, criticidade, estética e ética, exemplo prático, risco, aceitação do novo e rejeição de qualquer forma de discriminação, reflexão crítica sobre a prática, reconhecimento e assunção da identidade cultural;

2) *Ensinar não é transferir conhecimento*: ensinar exige: consciência do inacabamento dos processos, reconhecimento do ser condicionado, respeito à autonomia do ser do educando, bom senso, humildade, tolerância e luta em defesa dos direitos dos educadores; apreensão da realidade, alegria e esperança, convicção de que a mudança é possível, curiosidade;

III) *Ensinar é uma especificidade humana*: ensinar exige: segurança, competência profissional e generosidade, comprometimento, compreender que a educação é uma forma de intervenção no mundo, que exige liberdade e autoridade, tomada consciente de decisões, saber escutar; ensinar exige reconhecer que a educação é ideológica, exige disponibilidade para o diálogo, e exige querer bem aos educandos.

O objetivo geral da PG-EBS é a formação de profissionais para ensino, visando à aproximação entre as culturas científica, escolar e popular. Dele decorrem as duas áreas de concentração e suas linhas de pesquisa. O corpo docente compreende biólogos, jornalistas, educadores, físicos, químicos, médicos, uma odontóloga, psicólogas, sociólogos e historiadores, todos com doutorado em áreas diferentes e complementares. A característica de articulação de profissionais com formação e atuação tão diversificadas constitui, ao mesmo tempo, o diferencial e o desafio desse novo programa, claramente interdisciplinar. Para que essa integração fortaleça-se no trabalho concreto de docência pretende-se compor duplas de docentes para o trabalho de orientação e de coordenação de disciplinas.

Considerações finais: compromissos e desafios

Os condicionantes que levaram à criação da PG-EBS na Fiocruz colocam o Ensino de Ciências e a educação em geral em foco especial. O Plano Nacional de Educação, elaborado pelo Congresso Nacional, desenha apropriadamente a formação do magistério, calcando-a na pesquisa como princípio orientador. Entre as várias contribuições que a pesquisa pode proporcionar para a formação docente, a compreensão do processo de construção do conhecimento, mais do que o conhecimento em si, é fator fundamental para orientar as ações dos diferentes profissionais envolvidos no Ensino de Biociências e da Saúde e na investigação sobre esse ensino. Desse modo, partindo da premissa de que o conhecimento científico, produto da pesquisa científica, é construído em um processo semelhante ao da construção pessoal de conhecimento, ou seja, da aprendizagem significativa, concordamos com Glaci Zancan (2000) em que

os professores de todos os níveis precisam estar conscientes de que a ciência não é só um conjunto de conhecimentos, mas sim um paradigma pelo qual se vê o mundo. Para colocar o sistema educacional em novo patamar, o professor deverá ser um orientador de seus alunos no processo da descoberta e da reflexão crítica...

No primeiro processo seletivo da PG-EBS inscreveram-se 207 candidatos, todos educadores. Ainda que as vagas oferecidas tenham sido ampliadas de 42 para 58, a seleção evidenciou um difícil processo de inclusão e de exclusão, pois apenas 28% dos inscritos foram integrados ao programa. Esses números mostram a dimensão desse que é um dos maiores desafios já enfrentados pela Fiocruz. Os diálogos inerentes a esse processo de construção coletiva desencadearão, desejamos, novos conhecimentos, algumas poucas certezas e muitas novas questões. Podemos dizer que a interação entre pesquisadores, educadores e

divulgadores científicos motiva a construção de compromissos coletivos para identificar e implementar alternativas para a superação dos desafios acima apresentados e de outros que certamente surgirão.

Agradecimentos

As autoras agradecem a grande contribuição que todos os membros do corpo docente do Programa em Ensino de Biociências e Saúde forneceram durante a sua organização, e agradecem, em especial, a Virginia Schall, Helena Fontoura, Henrique Lenzi, Luiz Anastácio Alves, Danielle Grynszpan, Milton Moraes, Mauricio Luz, Zulmira Hartz, aos demais colegas da CPG-EBS, Deise Vianna, Sidnei Quesada Leite, Ricardo Waizbort, Eduardo Stotz, Brani Rozemberg, Aparecida Santos, Luiza Massarani e aos colegas do GT-EDUC-Fiocruz. A longa colaboração com a equipe do professor Leopoldo de Meis também foi essencial para a maturação das idéias aqui expostas.

Referências

AMARAL, R. Discurso de posse no Ministério da Ciência e Tecnologia. <http://www.mct.gov.br/ministro/conferencias/2003/transmissao.htm>, 2003. Acesso em: 18 de março de 2004.

ARAÚJO-JORGE T. C. Introducing activities for scientific literacy and popularisation in the academic formation of young biological scientists in Brazil. In: *Proceedings of the International Symposium "BioEd 2000": The Challenge Of The Next Century*. 2000. Disponível em: http://archive.concord.org/intl/cbe/papers/Araujo_j.html. Acesso em 18 de março de 2004.

ARROYO, M. Ciclos de desenvolvimento humano e formação de educadores. In: *Educação & Sociedade*. v. 68/especial, p. 143-62, 1999.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARCELOS, N. N. S.; CUNHA, A. M. O. Curso de Ciências Biológicas: reflexões e proposta preliminar de currículo. In: *VI Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Biologia, Física, Química e Áreas afins*. Rio de Janeiro: SBEnBio/UFF, 2003, 1CD-ROM.

BAZIN, M.; COSTA, C. G.; FILIPPO, D. D. R.; KURTENBACH, E.; CAMARA, M. S.; PACIORNIK, S.; CASTRO, S. L.; ARAUJO-JORGE, T. C. Three years of Living Science: learning from experience. *Science Literacy Papers*, Oxford, p. 67-74, summer, 1987.

BRASIL/PR. Lei nº 9.394, de 20/12/1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*. Brasília: Gráfica do Senado, ano CXXXIV, n. 248, 23/12/1996, p. 27.833-841.

R B P G, v. 1, n. 2, p. 97-115, nov. 2004.

BIZZO, N. Falhas no Ensino de Ciências. *Ciência Hoje*. 27, n. 159, p. 26-31. 2000.

BORGES, E. L. Os mapas conceituais como instrumentos facilitadores da aprendizagem significativa em Biologia Celular. In: *1 Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. 2, 1999, Valinhos. Atas ... Valinhos: Abrapec, 1999, 1 CD-ROM.

BORGES, E. L.; MOREIRA M. A. (Re)situando a Teoria de Aprendizagem Significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas. *Atas do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Alagoas: Ufal, 2003, 1 CD-ROM.

BUSS, P.; GADELHA P. Fundação Oswaldo Cruz: experiência centenária em biologia e saúde pública. *São Paulo em Perspectiva* p. 16: 73-83, 2002.

CAMPANARIO, J. M. Asalto al Castillo: ¿A qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*. Barcelona, 20 (2), p. 315-25, 2002.

CAPES. Faculta a realização do estágio de docência pelos bolsistas do Programa de Fomento à Pós-Graduação (Prof) na rede oficial pública do ensino médio sobre estágio de docência. Portaria nº 21 de 5/6/2003. Disponível em <<http://www.capes.gov.br>>. Acesso em 2 de fevereiro de 2004.

DEMO, P. *Educação e Qualidade*. Campinas: Papyrus, 1994.

ELLIOTT, J. *La Investigación-acción en educación*. 4. ed. Madrid: Morata, 2000.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, H. C. L. A reforma do ensino superior no campo da formação dos profissionais da educação básica: as políticas educacionais e o movimento dos educadores. *Educação e Sociedade*, v. 68/especial, p. 17-44, 1999.

GADELHA, P.; SCHALL, V. T. Life Museum: Amplifying the scientific information/education on health in Brazil. In: *Proceedings 9th IOSTE Symposium*. Durban, África do Sul. v. 1, p. 228-34, 1999.

GIL-PEREZ, D. Diez Años de Investigación En Didáctica de las Ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 2, p. 154-64, 1994.

GRECA, I. M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em ensino de ciências: algumas questões para refletir. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. 2(1), p. 73-82. Disponível em:<<http://www.fc.unesp.br/abrapec/revista.htm>>. Acesso em 15 de março de 2004.

GRYNSZPAN, D.; ARAÚJO-JORGE, T. C. Education for science and science for education: more than a game with words. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95: p. 49-52. 2000.

R B P G, v. 1, n. 2, p. 97-115, nov. 2004.

experiências

GRYNSZPAN D. Educação em Saúde e Educação Ambiental: uma experiência integradora. *Caderno de Saúde Pública*. v. 15 (Sup. 2), p. 133-38, 1999.

GURGEL, C. M. A. Educação para as ciências da natureza e matemáticas no Brasil: um estudo sobre os indicadores de qualidade do SPEC (1983-1997). *Ciência & Educação*. v. 8, n. 2, p. 263-76, 2002.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14: p. 85-93, 2000.

LETA, J.; DE MEIS, L. Modern Science and the Explosion of New Knowledge. *Biophysical Chemistry*, 68 p. 243-53, 1997.

MOREIRA, M. A. A área de ensino de ciências e matemática na Capes: panorama 2001/2002 e critérios de qualidade. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* 2(1), p. 36-59, 2002.

_____. Aprendizagem Significativa Subversiva. *Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Lisboa: Peniche, p. 33-45, 2000.

MORIN, E. *A Cabeça Bem Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 128 p. 2000.

MORTIMER, E. F. Uma agenda para a pesquisa em Educação em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(1), p. 36-59, 2002.

NOVAK, J. D. *Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação em escolas e empresas*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. In: *Educação & Sociedade*, 68/especial, p. 109-25. 1999.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co, 1969.

PRIGOGINE, I. Ciência, Razão e Paixão. *Parcerias Estratégicas*, v. 1(3), junho de 1997. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/CEE/revista/Parcerias3/ci_raz.htm>.



SACHS, J. *A new map of the world*. *The Economist*, 356, p. 1-40. 2000.

SCHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth. In: *Teaching Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, H. S. C.; MEGID NETO, J. Artigos de divulgação científica e o ensino de Ciências. In: *VI Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Biologia, Física, Química e Áreas Afins*. Rio de Janeiro: SBEnBio/UFF, 2003, 1CD-ROM.

TOFFLER, A. *Future Shock*. Toronto: Bantam Book, 1970.

R B P G, v. 1, n. 2, p. 97-115, nov. 2004.



UNESCO. *Science for the twenty-first century: a new commitment*. http://www.unesco.org/science/wcs/eng/declaration_e.htm, 2000. Acesso em: 10 de março de 2004.

VIANNA D. S.; CARVALHO, A. M. P. Do fazer ao ensinar ciência: a importância dos episódios de pesquisa na formação de professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 6, p. 1-22, 2001.

ZANCAN, G. T. Educação Científica: uma prioridade nacional. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, p. 3-7, 2000.