

A Resolução de Problemas na Formação de Professores de Química Brasileiros: análise da produção.

Camila Greff Passos¹ (PG)*, Flávia Maria Teixeira dos Santos² (PQ)

1- Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, CP 15003. Porto Alegre, RS (e-mail camilagpassos@gmail.com).

2- Departamento de Ensino e Currículo, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Paulo Gama, 110, Prédio 12 201. Porto Alegre, RS (e-mail flavia.santos@ufrgs.br).

Palavras-Chave: Formação de professores, resolução de problemas, ensino de Química.

RESUMO: Neste trabalho apresentamos uma investigação sobre o uso da estratégia de resolução de problemas na formação de professores de química brasileiros, no período de 2002 a 2009. A metodologia usada no estudo é de natureza qualitativa, do tipo análise documental. Os dados são compostos pela análise dos trabalhos publicados nos sites das bibliotecas das IES federais brasileiras, nos anais dos encontros nacionais sobre ensino e pesquisa em Ciências, e nas revistas nacionais e internacionais da área. Os dados obtidos revelam a escassez de publicações brasileiras sobre o tema. Os resultados dos documentos analisados indicam que a implementação da estratégia de resolução de problemas contribuiu significativamente para a aprendizagem dos estudantes, enriquecendo o processo de formação inicial e continuada dos professores, por envolver alunos e professores na construção do conhecimento científico, no uso de seus aportes teóricos e ferramentas tecnológicas.

POR QUE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS?

Em meados da década de 90, Gil-Pérez empreendeu um retrospecto das investigações realizadas pela comunidade internacional em Didática das Ciências. O estudo evidenciou uma considerável mudança de paradigma sobre a natureza da ciência e do pensamento sobre as maneiras pelas quais os alunos constroem seus conhecimentos. A análise também apontou a convergência da gênese de novos modelos de ensino e aprendizagem das ciências, no que se refere a conceber a aprendizagem como resultado de uma investigação dirigida a partir do tratamento de problemas que sejam de interesse dos estudantes (Gil-Pérez, 1994).

A aprendizagem por resolução de problemas visa aproximar a atividade científica à construção do conhecimento em nível de educação básica e superior (Gil-Pérez, 1993; 1994). Com o uso dessa estratégia integra-se o tratamento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) com os conteúdos curriculares contextualizando, assim, o trabalho científico que tem considerável destaque na história e filosofia das ciências, mas muitas vezes não está presente nas salas de aula de ciências (Gil-Pérez, 1994).

Atualmente a investigação dirigida continua sendo um estilo central defendido para o ensino e aprendizagem das ciências (Hofstein e Lunetta, 2004; Cortés e De La Gándara, 2007). O termo utilizado para denominar esse tipo de aprendizado é *Inquiry*. Na aprendizagem por *Inquiry*, como é referida em diversos trabalhos da área, a construção de conhecimento se dá através da resolução de problemas, que envolve observações, elaboração de questões e hipóteses, consulta a fontes de informação, planejamento e execução de planos, coleta, análise e interpretação de dados, proposição de explicações, compartilhamento de informações (Hofstein e Lunetta, 2004).

Os princípios de ambas as estratégias se corroboram, pois contemplam atividades multifacetadas, que integram pequenas investigações práticas ou em campo, com os conteúdos conceituais e os exercícios de lápis e papel (Cortés e De La Gándara, 2007).

Na aprendizagem por resolução de problemas os alunos são considerados investigadores novatos e os professores são os orientadores da investigação, integrando assim os aportes de Vygotsky, sobre o papel do adulto no processo de ensino e aprendizagem (Gil-Pérez, 1993). Um dos propósitos do uso desta estratégia é a ativação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o problema em questão. Essa ativação é obtida por meio do estudo qualitativo da situação problemática apresentada no enunciado (Pozo e Crespo, 1998; Carvalho e Gil-Pérez, 2006). Ao fazer relações entre as intervenções do professor, os seus conhecimentos e os de seus colegas, o aluno passa a elaborar as hipóteses que serão utilizadas na resolução dos problemas. Como destacam Pozo e Crespo (1998, p. 90), *uma pesquisa científica não parte de uma observação e sim de um conhecimento prévio que dá sentido a algum fato ou dado observado*.

De acordo com Bachelard (1996) os problemas são fundamentais para se avançar no conhecimento humano e científico. Com a aprendizagem por resolução de problemas busca-se o desenvolvimento das atitudes inerentes à atividade científica, como questionar-se, elaborar e resolver problemas, relacionar o conhecimento científico com os fenômenos vivenciados no dia a dia (Echeverría e Pozo, 1998). Segundo Pozo e Crespo *o número de situações cotidianas que apresentam problemas relacionados com o funcionamento da natureza e da tecnologia seria infindável* (1998, p. 69).

Solucionar problemas possibilita desenvolver habilidades cognitivas, pois no momento em que situações problemáticas são compreendidas e aceitas como um problema, o interesse dos alunos direciona-se à elaboração de um plano que leve a sua resolução. Após a execução deste plano, os dados são analisados a luz dos conhecimentos científicos, a fim de verificar o resultado obtido (Echeverría e Pozo, 1998). A solução de problemas motiva o estudante a atuar de forma ativa em sua aprendizagem, se constituindo em uma estratégia que leva o aluno a “aprender a aprender” (Cortés e De La Gándara, 2007).

O problema difere do exercício, pois para resolvê-lo não se tem um procedimento pronto que leve a uma resposta direta, é necessária reflexão e tomada de decisões que envolvem diversos tipos de conhecimentos e habilidades (Echeverría e Pozo, 1998). Os exercícios convencionais fazem uso de fórmulas e algoritmos para operacionalizar conceitos, treinar regras ou leis e objetivam uma solução que seja aplicável na resolução de outros do mesmo tipo (Carvalho e Gil-Pérez, 2006). Contudo, não exigem o tratamento científico dos problemas, pois não contemplam a elaboração de hipóteses e a análise de resultados. Os enunciados dos exercícios trazem todos os dados necessários à sua resolução. Já os problemas, são apresentados como situações abertas e sugestivas, com algumas orientações que delimitam se o problema será mais ou menos aberto (Idem, 2006).

Para efetivar os intentos do uso dessa estratégia, Gil-Pérez afirma *que é preciso superar as visões deformadas dos professores sobre a natureza do trabalho científico* (1994, p. 158). Primeiramente é preciso superar as visões simplistas acerca do ensino e da aprendizagem das ciências, assim como da concepção empirista, aproblemática e algorítmica da ciência, que acaba por tomar o método científico como um conjunto de etapas mecanicamente estabelecidas, impossibilitando a criatividade e a elaboração de hipótese. Com esta visão linear e acumulativa da ciência, os conhecimentos são apresentados para os alunos como verdades únicas e descontextualizadas, tornando a ciência elitista e individualista (Gil-Pérez, 1993; 1994; Carvalho e Gil-Pérez, 2006).

A NECESSIDADE DE MUDANÇAS NA FORMAÇÃO DOCENTE

As reformulações propostas na estrutura e nos objetivos da educação básica têm consequências importantes sobre a necessidade de repensar a formação inicial de professores. Na legislação brasileira que orienta a educação básica há críticas sobre as metodologias e os conteúdos trabalhados na química nos dias de hoje, pois frente à complexidade do mundo atual, não é concebível que o estudante seja apenas treinado a resolver questões que exigem uma resposta padrão, condizente com aquelas presentes nos exames de seleção (BRASIL, 2006).

O aprendizado de Química no ensino médio: *deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas* (BRASIL, 2002, p.87).

Esta preocupação está delineada nos instrumentos avaliativos como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que requer do aluno conhecimentos integrados, abordando temas capazes de unir diferentes disciplinas em uma mesma questão. De forma que o estudante deve ter domínio de conceitos de conteúdos diferentes e possuir habilidades como análise de dados, interpretação de texto, leitura de gráficos e tabelas, relacionando os conhecimentos científicos com os fatos presentes no cotidiano, pois as fontes norteadoras dos enunciados das questões são atualidades obtidas em jornais, revistas e periódicos.

Com a vigência das atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores, percebe-se que o professor passou a ser visto como o mediador na discussão de significados para a construção do conhecimento. Tendo de elaborar e atuar em projetos pedagógicos que valorizem o desenvolvimento de competências, a interdisciplinaridade, a contextualização do ensino e a preparação dos alunos para o exercício da cidadania (BRASIL, 2001).

De acordo com essa legislação, o futuro professor tem que ter contato como aluno, durante todo o processo de formação, com atitudes, modelos didáticos e modos de organização que se pretende que venham a ser concretizados nas suas práticas pedagógicas (BRASIL, 2001). Uma das estratégias referendadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores é a resolução de problemas.

Os papéis do professor na aprendizagem por resolução de problemas são múltiplos (Carvalho e Gil-Pérez, 2006). O professor deve, primeiramente, saber argumentar de forma clara sobre o problema em questão, estabelecendo relações para que os alunos possam compreendê-lo. Segundo, orientar a investigação representando o discurso da comunidade científica e facilitando o acesso a outras fontes de conhecimento. E para finalizar, discutir os dados obtidos interligando-os com as hipóteses levantadas, para que a tarefa seja efetivamente realizada (Idem, 2006).

Um dos principais obstáculos encontrados pelos professores da escola básica é que estes não aprenderam a elaborar atividades que envolvam situações problemáticas (Gil-Pérez *et al.*, 1999). Pesquisas sobre experiências na formação de professores apontam a existência de diferenças marcantes entre o objetivo perseguido pelos estruturadores dos currículos e a prática docente que é efetuada em sala de aula. Estas discrepâncias podem estar atreladas às crenças sobre ensino e aprendizagem que estes professores possuem (Cronin-Jones, 1991 apud Carvalho e Gil-Pérez, 2006).

Ao se pensar sobre formação de professores deve-se considerar que os futuros docentes possuem uma série de concepções, hábitos e atitudes originados de um profundo contato enquanto alunos com o ambiente escolar. A influência desta formação

ambiental é considerável, tornando-se um obstáculo à formação docente de um profissional de ensino que utilize concepções contemporâneas de ensino e aprendizagem das ciências (Gil-Pérez, 1994).

Parece explícito na história e na filosofia da ciência que a ciência é uma atividade de resolução de problemas. Os problemas são o ponto central do pensamento científico e as teorias o seu resultado final (Laudan, 1986). No entanto, o que ainda vivencia-se nos cursos de formação inicial de professores de ciências é um ensino fragmentado, com aulas teóricas separadas das práticas. De forma semelhante, a didática das ciências e o conhecimento pedagógico estão apartados dos conhecimentos específicos (Schnetzler, 2002; Carvalho e Gil-Pérez, 2006; Passos e Del Pino, 2009;).

A escassa utilização dos laboratórios nas escolas de educação básica está relacionada à falta de formação dos professores para o seu uso como ferramenta de aprendizagem (Cortés e De La Gándara, 2007; Goi e Santos, 2009). Durante a formação inicial os licenciandos têm contato com atividades experimentais que seguem um roteiro pré-estabelecido, com o objetivo de ilustrar ou provar teorias. Esta dinâmica fica desprovida da elaboração de hipóteses, da reflexão sobre o fenômeno em estudo e da sua relação com a teoria e a representação utilizada. Além do mais, as práticas necessitam de preparo prévio, envolvem um alto custo e podem não ser suficientes ou apropriadas para revelar o verdadeiro valor formativo de tais experiências. Este modelo de ensino transmite uma visão deformada da ciência e não estimula os licenciandos a elaborarem atividades investigativas em seus futuros planos de ensino (Cortés e De La Gándara, 2007).

Esta postura vinculada a uma racionalidade técnica dos formadores de professores pode estar atrelada à sua epistemologia. Laudan destaca *que mesmo que a resolução de problemas conceituais tenha sido um dos processos mais frutíferos na história das ciências naturais e sociais, a epistemologia empirista da ciência foi predominante por mais de um século* (1986, p. 88).

Relatos encontrados na literatura apontam a resolução de problemas como uma proposta de aprendizagem das ciências que pode promover a integração das teorias e dos experimentos de laboratório no processo de construção do conhecimento. Esta estratégia concebe através do tratamento de um problema relevante a construção de hipóteses que focalizam a investigação, a realização de experimentos a análise de dados, incorporando assim, aspectos chaves da atividade científica (Gil-Pérez *et al*, 1999).

Pesquisas em Psicologia e Didática das Ciências têm demonstrado a limitada compreensão que os alunos têm de grande parte dos conceitos científicos relevantes do currículo da escola básica (Carvalho e Gil-Pérez, 2006). A aprendizagem por resolução de problemas pode tornar-se para os licenciandos uma estratégia a mais para auxiliá-los a superar as dificuldades de aprendizagem de seus futuros alunos. Por meio desta estratégia são desenvolvidas potencialidades criativas nos estudantes e maior engajamento nas atividades, permitindo aos alunos construir a própria metodologia na organização de formas para resolver os problemas (Goi e Santos, 2009).

Para que os licenciandos usem os seus conhecimentos para resolver e criar problemas relevantes para a aprendizagem de seus alunos, será necessário ensinar-lhes a ciência por meio da resolução de problemas. Destaca-se assim, a importância da presença da aprendizagem por resolução de problemas nas diferentes disciplinas das Instituições de Ensino Superior (IES), para que os licenciandos tenham suporte para elaborar, nesta perspectiva, seus projetos de trabalho na escola de Educação

Básica. Para Cury a *prática docente geralmente está pautada nas experiências de aprendizagem dos professores quando alunos, no conhecimento que construíram, das opiniões de seus mestres, enfim, das influências sócio-culturais que sofreram* (1999, p.40).

Visando incorporar a aprendizagem por resolução dos problemas nas IES, faz-se necessário uma profunda transformação nos procedimentos didáticos dos formadores de professores. A construção do conhecimento científico tem exigências metodológicas e epistemológicas que serão atendidas quando o professor formador assumir o papel de investigador e orientador, capaz de dirigir as investigações dos licenciandos, investigadores novatos. Com esta dinâmica de aula, os futuros professores poderão assumir a postura de orientador e não apenas a de transmissores de conhecimento, como tem sido frequentemente vivenciado na maioria das salas de aula de química.

EXPERIÊNCIAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Neste trabalho, apresenta-se uma investigação sobre o uso da utilização da metodologia da resolução de problemas na formação de professores de química, no período de 2002 a 2009. A escolha do período deveu-se a data da publicação e vigência das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores que determinam que a aprendizagem por resolução de problemas seja uma das estratégias a serem utilizadas durante o processo de formação docente. A metodologia usada neste estudo é de natureza qualitativa, do tipo análise documental.

Para a realização da análise, localizaram-se os trabalhos publicados nos sites das bibliotecas das IES federais brasileiras, nos anais dos encontros nacionais sobre ensino e pesquisa em Ciências, e nas revistas nacionais e internacionais da área. Como critério de seleção dos trabalhos, utilizou-se os seguintes pares de palavras chaves: resolução/problema; ensino/química; ensino/ciência; formação/professores; problema/aprendizado; problema/ensino; problema/estratégia.

O estudo visou identificar quais as temáticas dos problemas utilizados, o público alvo, os tipos de problemas propostos, as atividades utilizadas na resolução dos mesmos, assim como a avaliação sobre o uso da estratégia na aprendizagem dos alunos da educação básica e qual a contribuição para a formação docente daqueles licenciandos que a utilizaram. Enfim, buscaram-se relatos sobre a adequação das IES a um programa de formação de professores com relação direta aos conhecimentos já alcançados mundialmente pela Didática das Ciências.

Exemplares encontrados nos bancos de dados das Bibliotecas

A pesquisa foi realizada nos sites das bibliotecas das seguintes IES federais brasileiras: UFRGS, UFSM, UFPEL, UFSC, UFPR, USP, UFSCAR, UFRJ, UFMG, UnB, UFPA, UFPE. Neste trabalho foram analisados os três exemplares encontrados sobre a utilização da estratégia de resolução de problemas na formação de professores de química. Trata-se das monografias escritas por licenciandos do curso de Química Licenciatura da UFRGS que realizaram o Trabalho de Conclusão de Curso em 2008 e 2009, com os dados obtidos no segundo estágio de docência, no qual utilizaram a estratégia da resolução de problemas, com alunos do ensino médio da rede pública de Porto Alegre.

Os temas escolhidos contemplaram os conteúdos curriculares que ficaram sob a responsabilidade de cada licenciando para o período do estágio de docência. A escolha das temáticas foi realizada considerando as necessidades de aprendizagem

das turmas, buscando relacionar com possíveis problemas da realidade industrial ou comercial da região. Para Echeverría e Pozo (1998) a atividade de solução de problemas só terá sucesso no processo de aprendizagem se estiver relacionada com o cotidiano, pois dessa forma, desperta no aluno a vontade de buscar uma solução para as questões propostas.

Dentre as inúmeras classificações das estruturas de problemas destacam-se algumas definições, que serão apresentados a seguir para maior compreensão daquelas utilizadas nos trabalhos analisados.

Os problemas podem ser classificados em função da área a qual eles pertencem, dos tipos de operações e dos processos utilizados para resolvê-los (Echeverría e Pozo, 1998).

Mayer (1981, apud Pozo, 1998) propôs uma classificação quanto à definição do problema. Os problemas podem ser bem ou mal definidos. Problema bem definido é aquele em que facilmente podemos identificar quando a solução foi alcançada. Neste tipo de trabalho tanto o ponto de partida do problema (proposição), como o ponto de chegada (solução) e o tipo de intervenções que devem ser feitas para percorrer a distância entre ambos estão explicitados de forma muito clara. Enquanto que o problema mal definido permite encontrar várias soluções, pois o ponto de partida e os meios não são bem identificados. Além disso, nos problemas definidos como mal estruturados é possível encontrar várias soluções diferentes entre si, todas elas válidas como forma de resolver o problema por meio de métodos também diferentes e igualmente válidos.

Pozo e Crespo (1998) classificaram os problemas escolares em três categorias, de acordo com o caráter de investigação: Problemas fechados, onde os recursos são fornecidos pelo professor no enunciado do problema ou durante a sua resolução; Problemas abertos, quando cabe ao estudante desde a sua formulação até os resultados e as conclusões; Problemas semiabertos, em que os recursos são parcialmente fornecidos pelo professor. Os problemas fechados geralmente possuem uma única resposta, podendo ser chamados de bem definidos, tomando o cuidado para não transformá-lo em um exercício, evita-se o inconveniente do problema aberto ou mal definido, onde o aluno pode se desviar do objetivo inicial proposto e seguir um caminho muito diferente do que se pretende desenvolver de forma sistemática no conteúdo escolar. Goi e Santos acreditam que didaticamente, os problemas semiabertos sejam os melhores. As autoras afirmam que *nos enunciados, são fornecidos os princípios gerais necessários para a solução dos problemas, que permitem análise das diferentes formas de modelação e oportunidade para melhorar a experimentação* (2009, p. 204).

Nos trabalhos analisados neste texto, cada licenciando construiu e utilizou de dois a quatro problemas escolares. Um dos licenciandos elaborou problemas fechados sobre fermentação láctea e alcoólica. Os outros dois licenciandos utilizaram problemas semiabertos, um propôs problemas sobre funções inorgânicas, tratamento de água, esgoto e efluentes industriais, e o outro sobre polímeros, propriedades físicas e químicas dos plásticos.

Para a utilização da estratégia de resolução de problemas, os licenciandos utilizaram os passos descritos por Goi (2004): (i) explanação teórica sobre o tema, visando em primeiro lugar à compreensão da linguagem que está expressa na tarefa ou no problema e a aquisição prévia de certos conhecimentos; (ii) formação dos grupos de trabalho e distribuição dos problemas; (iii) fornecimento do material de apoio para pesquisa, com o qual os estudantes lêem e analisam o problema, levantam hipóteses,

planejam possíveis soluções baseadas nos referenciais bibliográficos e informações disponibilizadas pela professora-pesquisadora.

A sequência de distribuição dos problemas aos alunos seguiu uma ordem semelhante nos três casos. O primeiro problema apresentado era de cunho teórico, visando à ativação dos conhecimentos prévios e o aprimoramento dos conceitos necessários à investigação. Um dos licenciandos apresentou os demais problemas de forma seqüencial, quando o primeiro estava resolvido, apresentava o seguinte. Os outros dois, apresentaram todos os problemas de uma única vez, conforme os passos descritos acima. O período de realização da experimentação didática variou de 6 a 8 semanas.

As atividades propostas pelos licenciandos para a resolução dos problemas foram pesquisas de campo, pesquisas de exemplares do processo em estudo na Internet, atividades práticas em sala de aula, aula de revisão teórico-prática, uso de recursos multimídia, apresentação de vídeos. Em resposta às sugestões dos licenciandos os alunos da educação básica produziram murais, cartazes, slides, fizeram vídeos com os experimentos realizados, filmagens da escola e comunidade, realizaram experimentos durante a apresentação da proposta do grupo, elaboraram vídeo *clip*. Os licenciandos afirmam que nenhum grupo apresentou uma proposta inovadora, todas as estratégias utilizadas são facilmente encontradas na literatura, entretanto, demonstraram que haviam realmente pesquisado e principalmente, compreendido os conceitos necessários para uma boa explicação e entendimento da prática adotada.

Todas as atividades propostas proporcionavam momentos de reflexão e compartilhamento dos dados obtidos entre os grupos, esta etapa do processo foi mediada pelos licenciandos, assim como os momentos de produção dos alunos. Na etapa final da investigação dirigida era realizada uma análise retrospectiva da solução obtida, para que alunos e professor avaliassem se a meta foi ou não obtida. Para Cortés e De La Gándara (2007) nesta etapa final é que surgem os problemas autênticos, quando os alunos não encontram a resolução para o problema com suas hipóteses iniciais e têm que desencadear um novo processo de investigação com a ajuda do professor.

Para avaliar a contribuição da estratégia de resolução de problemas na aprendizagem dos alunos, em um primeiro momento, foi aplicado um diagnóstico que identificou os seus conhecimentos prévios sobre o tema. Uma segunda avaliação foi realizada com um questionário contendo questões similares ao do diagnóstico, para identificar o conhecimento desenvolvido após a resolução dos problemas. Com estes instrumentos foi possível verificar o crescimento conceitual obtido. Os licenciandos chamam a atenção para os vários fatores que contribuíram para a aprendizagem dos alunos: *“como a produção do trabalho em grupo, que proporcionou a vivência da divisão de tarefas, responsabilidades, exercício da liderança, resolução de situações inesperadas, além da troca de papéis entre professor e aluno”* (Santos, 2009, p. 11).

A validade da utilização da resolução de problemas como atividade complementar no processo de ensino e aprendizagem foi verificada. Os licenciandos destacaram o maior interesse dos alunos com as atividades relacionadas aos problemas e que essas contribuíram para a motivação e para a participação das aulas. Esse interesse foi verificado quando os estudantes, fora do horário da aula de Química, faziam perguntas a respeito das possíveis soluções para os problemas propostos, ou durante as aulas, quando os alunos traziam informações e novos exemplares do fenômeno em estudo. Carrer descreve que: *o ensino não é apenas uma transmissão*

de conhecimento entre professor e aluno, e sim uma troca de experiências que deve ser explorada cada vez mais nas aulas. (2008, p.19).

Pode-se destacar a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), como um diferencial das atividades da resolução de problemas. Com elas os estudantes realizaram pesquisas na internet para buscar dados bibliográficos, utilizaram aplicativos de edição de texto e geradores de apresentações. Nestes momentos os licenciandos além de orientarem as atividades, intervieram para ensinar a utilizar ferramentas como, o *mouse*, a internet, o equipamento utilizado para medições de pH. Estes momentos de contato com as novas tecnologias, oportunizados durante a realização das tarefas, convergem diretamente ao que visa à ciência: *proporcionar aos alunos uma cultura científica mínima* (Mortimer *et al.*, 2000).

A análise dos resultados dos trabalhos analisados torna evidente que as atividades diferenciadas são o maior atrativo para a participação dos alunos, mas ao mesmo tempo estas são muito diferentes das que eles estão acostumados a realizar nas aulas tradicionais. Logo, pode-se verificar que a falta de hábito de participar efetivamente das tarefas acabou gerando uma resistência inicial, que foi superada no decorrer das atividades com a maioria dos grupos de trabalho.

As maiores dificuldades relatadas pelos licenciandos, na condução das atividades foram: turma agitada e com inúmeras dúvidas, principalmente em relação ao trabalho teórico; dúvidas sobre onde obter as informações necessárias; deficiência dos estudantes na utilização das TICs; dificuldades relacionadas ao processo de construção do modelo de resolução dos problemas; uso literal das estratégias fornecidas no material de apoio, internet ou outras fontes utilizadas durante a pesquisa; grupos desinteressados que não realizaram o trabalho proposto e, tampouco, solicitaram a ajuda da professora.

Quanto à contribuição a formação docente, os licenciandos consideraram que a experiência da utilização da estratégia de resolução de problemas foi motivadora, devido ao bom desempenho dos alunos e por ter sido um trabalho realizado em conjunto com eles. Como relata Leite: *Essa vivência diferenciada foi de fundamental importância na minha formação, pois tive a oportunidade de conhecer e trabalhar com uma metodologia didática capaz de mudar a rotina dos alunos causando grande mobilização desses.* (2009, p. 26).

Um consenso dentre os pareceres das três experiências é que a estratégia de resolução de problemas é válida para a utilização no ensino. Entretanto, eles chamam a atenção sobre a necessidade de mudança nas práticas escolares, como a orientação para professores e alunos sobre a estratégia para, enfim, introduzir o seu uso nas diversas disciplinas do currículo do ensino médio. Como afirma Carrer: *os professores devem estar preparados para lidar com o imprevisível, pois a resolução de problemas pode conduzir a aula para situações inesperadas* (2008, p. 22).

Esta afirmação de Carrer serve de alerta também para as IES. O passo inicial para estruturar um currículo que vise os saberes necessários para formar um professor de química, pode estar na mudança das prioridades dentro das Instituições. O professor universitário deve tomar consciência de que é um profissional da educação, que é formador de novos professores e que deve associar de forma inequívoca e eficiente a docência e a pesquisa (Maldaner, 2000; Carvalho e Gil-Pérez, 2006).

A formação de professores com a aprendizagem por resolução de problemas faz com que o licenciando atue dentro da estratégia de investigação dirigida, aprendendo um modelo de ciência que se caracteriza pela interação explícita entre os enunciados teóricos e as habilidades procedimentais necessárias para compreender os fenômenos estudados (Cortés e De La Gándara, 2007).

Para que esta perspectiva se transforme em ação prática, se faz necessário que durante a formação docente, os licenciandos exercitem a identificação de problemas a partir de fenômenos da vida cotidiana, que elaborem hipóteses, que sejam oportunizados momentos de reflexão sobre suas concepções prévias, ao invés de apenas receber um “bombardeio” de conteúdos desconectados daqueles que serão trabalhados no ensino médio.

Exemplares encontrados nos anais dos encontros nacionais sobre ensino e pesquisa em Ciências, e nas revistas nacionais e internacionais da área.

Foram analisados os exemplares publicados dentre os anos de 2002 e 2009 das seguintes revistas: *Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *Journal of Chemical Education*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Revista Eureka sobre Enseñanza e Divulgación de las Ciencias*, *Química Nova*, *Química Nova na Escola*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Experiências em Ensino de Ciências*, *Ciência e Educação*, *Ciências & Cognição*.

Nas revistas editadas fora do Brasil, nenhum artigo foi encontrado sobre a utilização da metodologia de resolução de problemas na formação inicial de professores de química brasileiros. Apenas foi encontrado na *Revista Eureka sobre Enseñanza e Divulgación de las Ciencias* um artigo com reflexões sobre o processo de elaboração e implementação de um projeto curricular da disciplina de ciências para a 8ª série, onde a resolução de problemas é uma das estratégias utilizadas (Silva e Del Pino, 2009a).

Nas revistas editadas no Brasil foram encontrados dois artigos na *Química Nova na Escola* que tratam sobre a utilização da estratégia de resolução de problemas por professoras em processo de formação continuada atuantes na educação básica. Um deles contendo os resultados de uma implementação didática sobre o tema reações de combustão e impacto ambiental, por meio de resolução de problemas e atividades práticas, com alunos do ensino médio de uma escola da rede particular de ensino de Porto Alegre (Goi e Santos, 2009). O segundo artigo relata a experiência da estratégia de resolução de problemas no estudo do processo digestivo, desenvolvido com alunos da 8ª série de uma escola da rede pública estadual de Porto Alegre, na disciplina de ciências (Silva e Del Pino, 2009b). Na revista *Química Nova*, foi encontrado um artigo com caráter de revisão, contendo reflexões teórico-metodológicas sobre o ensino por problemas e o trabalho experimental dos estudantes (Silva e Nuñez, 2002). Nas demais revistas analisadas nenhum artigo de autoria de brasileiros foi encontrado sobre a utilização da estratégia de resolução de problemas na formação de professores de química ou de seu uso na educação básica.

Nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), nenhum trabalho foi apresentado com a temática de nossa investigação. Foram encontrados dois trabalhos completos apresentados no XIV ENEQ. Um deles relata uma pesquisa qualitativa de acompanhamento e análise de uma experiência de utilização de atividades experimentais em laboratório de química a partir da metodologia da resolução de problemas (Goi e Santos, 2008). O segundo apresenta um estudo de caso que utilizou a estratégia de resolução de problemas para o estudo do processo de digestão e a função dos lipídios no corpo humano como tema para a abordagem de conceitos fundamentais em ciências (Silva e Del Pino, 2008). No XII ENEQ foi encontrado um resumo sobre a construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas, o mesmo tema foi abordado no trabalho completo apresentado no IV ENPEC (Goi e Santos, 2004; 2003).

CONCLUSÕES

Nos trabalhos analisados, o papel do professor na elaboração e mediação das atividades investigativas foi de grande relevância, principalmente para a ativação dos conhecimentos prévios dos alunos, o que viabilizou a discussão nos grupos e a elaboração das hipóteses de trabalho. Pode-se verificar que a implementação da estratégia de resolução de problemas contribuiu significativamente para a aprendizagem dos estudantes.

A utilização da estratégia enriqueceu o processo de formação inicial e continuada dos professores, pois tais docentes tiveram contato com uma proposta pedagógica contextualizada, que motivou a participação e o comprometimento dos estudantes com as atividades. Acrescido do exercício de olhar para a sala de aula como ambiente de pesquisa, visualizando o papel dos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. A aprendizagem por resolução de problemas apresentou um diferencial, ao envolver alunos e professores na construção do conhecimento científico, no uso de seus aportes teóricos e ferramentas tecnológicas.

Verificou-se que para a consolidação da aprendizagem por resolução de problemas nas escolas de educação básica é necessário que se tenham estruturas apropriadas para este trabalho nas escolas e que haja a adequação das IES a um programa de formação de professores que priorize a investigação, desenvolvendo o espírito científico nos licenciados.

Tendo em vista que a aprendizagem por resolução de problemas não é uma estratégia simples de ser utilizada, pois envolve conhecimentos e habilidades diversos, que não são facilmente encontradas nos livros didáticos como os conteúdos curriculares. É bastante razoável supor que o futuro professor, aprendendo em sua formação inicial os conteúdos químicos por meio da resolução de problemas, tenha maior facilidade de aplicar esse procedimento didático em seu trabalho docente. De acordo com a legislação, a prática deve ser trabalhada desde o início do curso, não ficando restrita aos estágios e as disciplinas pedagógicas, mas sim no interior das áreas ou das disciplinas que constituírem os componentes curriculares de formação (BRASIL, 2001). No entanto, isso não significa que as práticas pedagógicas dos formadores de professores estejam em consonância com as propostas destes documentos e dos intentos das pesquisas em Didática das Ciências. Isso parece estar refletido no pequeno número de trabalhos encontrados no período pesquisado, sobre a utilização da estratégia de resolução de problemas na formação de professores. Pode-se observar que a utilização da resolução de problemas no ensino é relativamente recente, pois apenas nas últimas décadas foi utilizada como uma metodologia eficiente nos processos de ensino e aprendizagem das ciências.

Considerando que a construção do conhecimento científico tem exigências metodológicas e epistemológicas, a formação de professores deve também convergir a estes ideais de formação pela pesquisa. Enfim é necessário que o professor de química além de um sólido conhecimento dos conteúdos acadêmicos, saiba orientar e mediar a aprendizagem dos alunos; desenvolver práticas investigativas; incentivar atividades de enriquecimento cultural; elaborar e executar projetos para desenvolver conteúdos curriculares; desenvolver hábitos de colaboração e trabalho em equipe; utilizar das TICs para orientar seus alunos sobre o seu uso durante a realização das atividades.

Para que o professor tenha os conhecimentos necessários para construir um currículo com atividades investigativas, através das quais saberes e habilidades podem ser adquiridos, é necessário um programa de formação docente que contemple este modelo de ensino e aprendizagem das ciências (Gil-Pérez, 1993). *Mais uma vez há a*

necessidade de superar visões epistemológicas incorretas para ser possível uma transformação efetiva do ensino de ciências (Idem, p. 204).

O estudo da história e filosofia da ciência integrada à didática das ciências pode auxiliar a romper com a visão simplista sobre o que é ensinar, principalmente em uma abordagem de aprendizagem por investigação, onde se requer professores que trabalhem em equipe, que prepare seus materiais didáticos, que assumam a atividade docente como uma tarefa de pesquisa, e que compreendam que a docência é uma atividade que requer formação contínua, pois se trata de uma atividade que envolve conhecimentos que são mutáveis e sócio-culturalmente determinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316p.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CP n. 09/2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, cursos de licenciatura, de graduação plena**. Brasília, 8 de maio de 2001.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, v. 2, 2006. 135 p.

CARRER, E.L.B. **A resolução de problemas como estratégia para o estudo da química no cotidiano**. Porto alegre: UFRGS, 2008. Monografia (Graduação) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D.; **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2006. 120p.

CORTÉS GRACIA, Angel Luiz y DE LA GÁNDARA GÓMEZ, Milagros. La construcción de problemas em el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 25, n.3, p. 435-450, nov, 2007.

CURY, Helena. N. Concepções e crenças dos professores de matemática: pesquisas realizadas e significado dos termos utilizados. In: **Bolema**. v.12, n.13, 1999, p.29-43.

ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I.; Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13-42.

GIL-PÉREZ, D.; Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, 11(2) , p. 197-212, 1993.

GIL-PÉREZ, D.; Diez Años de Investigacion en Didáctica de las Ciencias: realizaciones Y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(2) , p. 154-164, 1994.

GIL-PÉREZ, D.; FURIÓ, C.M.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; TORREGROSA, J.M.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A.M.P.; Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lapiz y papel y realización de practicas de laboratório? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, jun,1999.

GOI, M.E.J.; **A Construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas**. Canoas: ULBRA, 2004, 151. Dissertação (Mestrado) – Programa de

- Pós-graduação em ensino de ciências e matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.
- GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T.; P. A Construção do Conhecimento Químico por Estratégias de Resolução de Problemas In: XII Encontro Nacional de Ensino de Química - XII ENEQ, 2004, Goiânia. **Anais...** Goiânia: XII ENEQ, **2004**.
- GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T.; Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n.3, p.203-209, ago. 2009.
- GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T.; Resolução de Problemas e Atividades Experimentais no Ensino de Química. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química - XIV ENEQ, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: XIV ENEQ, **2008**.
- HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent N. Laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v.88, n.1, p. 28-54, 2004.
- LAUDAN, L. **El progreso y sus problemas**. Madrid: Encuentro, 1986.
- LEITE, S.B.; **Estudo sobre polímeros através de resolução de problemas**. Porto alegre: UFRGS, 2009. Monografia (Graduação) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- MALDANER, O.A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores**, Ed. UNIJUÍ: Ijuí, 2000. 424p.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v.23, n.2, p.273-283, mar/abr, 2000.
- PASSOS, C.G.; DEL PINO, J.C. O curso de licenciatura em química da UFRGS, sob o olhar de seus discentes e docentes. In: VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências - VII ENPEC, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: VII ENPEC, **2009**. p. 369.
- POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G.; A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.
- SANTOS, A.B.; **Resolução de problemas como prática de ensino de funções inorgânicas**. Porto alegre: UFRGS, 2009. Monografia (Graduação) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- SCHNETZLER, R. A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Supl. 1, p.14-24, jul, 2002.
- SILVA, S.F.; NUÑEZ, I.B.; O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**. v. 25 n. 6B, p. 1197-1203, nov/dez, 2002.
- SILVA, D.R.; DEL PINO, J.C. Algunas reflexiones sobre la relación entre el uso de resolución de problemas como estrategia metodológica para la enseñanza de ciencias en la educación primaria y los cambios de comportamiento del grupo en estudio. **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien**. V.6, n. 2, p. 232-246, abr, 2009a.
- SILVA, D.R.; DEL PINO, J.C. Um Estudo do Processo Digestivo como Estratégia para Construção de Conceitos Fundamentais em Ciências. **Química Nova na Escola**. v. 31 n. 4, p. 257-264, nov, 2009b.
- SILVA, D.R.; DEL PINO, J.C. O Processo de Digestão e a Função dos Lipídios no Corpo Humano como Tema para a Abordagem de Conceitos Fundamentais em Ciências. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química - XIV ENEQ, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: XIV ENEQ, **2008**.