

**FORMAÇÃO DE PROFESSORES E O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES PARA
A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
(Teacher education and the development of skills for using the problem solving methodology)**

Mara Elisângela Jappe Goi [goi59@terra.com.br]

Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA

Av. Pedro Anunciação, s/n - Vila Batista

Caçapava do Sul/RS - CEP: 96570-000

Flávia Maria Teixeira dos Santos [flavia.santos@ufrgs.br]

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Faculdade de Educação

Av. Paulo Gama, s/n Prédio 12201- Sala 0613

90046-900 Porto Alegre RS

Resumo

Este artigo apresenta uma investigação sobre a utilização da metodologia de resolução de problemas em cursos de formação de professores de ciências. As situações-problema produzidas pelos professores nos contextos de formação inicial e continuada são categorizadas e analisadas. A metodologia utilizada envolveu a realização de revisão da literatura, a realização de cursos de formação de professores e análise do conjunto de informações colhidas durante os cursos, assim como das situações-problema produzidas nesses contextos. Os resultados evidenciam aspectos da formação de professores para o trabalho com estratégias didáticas como o protagonismo e autoria do professor na elaboração dos problemas, a importância da fundamentação pedagógica, epistemológica, psicológica para elaboração de uma base conceitual mais estruturada e o fortalecimento dos saberes práticos do professor.

Palavras-chave: formação de professores; metodologia de resolução de problemas; aprendizagem em ciências.

Abstract

This article aims to test the effectiveness of using the Problem Solving Methodology in science teachers training courses. The problem situations produced by teachers in the contexts of initial and in-service training are categorized and analyzed. The methodology involved conducting a literature review, conducting teacher training experiences and analysis of the body of information gathered during the courses, as well as problem-situations produced in these contexts. The results show aspects of teacher training for working with teaching strategies as the role of the teacher in the authoring and development problems, pedagogical reasoning, epistemological, psychological preparation for a more structured conceptual basis and strengthening of the teachers' practical knowledge.

Keyword: teachers education; problem solving methodology; learning science.

Resolução de problemas no ensino de Ciências

Os resultados das investigações de nosso grupo de pesquisa (Goi & Santos, 2009; Santos & Goi, 2012), assim como de outros trabalhos relatados na literatura (Gil-Pérez; Martinez Torregosa; Senent Perez, 1988; Gil-Pérez *et al.*, 1999), apontam que a articulação das estratégias de realização de atividades práticas e de resolução de problemas pode ser eficaz para a aprendizagem em ciências dos estudantes, ajudando a superar algumas das deficiências identificadas na utilização de cada uma das metodologias isoladamente. Cada uma dessas metodologias constitui campo de investigação da pesquisa em ensino de ciências e envolve problemas e polêmicas conhecidas na área (Gil-Pérez,

1996, Gonzalez, 1992, Insausti, 1997). Neste artigo a abordagem dessas metodologias foca sobre os aspectos da formação do professor para o trabalho com essas estratégias didáticas.

A revisão do campo de pesquisa indica que são discutidas na literatura as insuficiências na realização de trabalhos práticos, geralmente utilizados como atividades de ilustração dos conhecimentos teóricos apresentados em classe, estruturados como “receitas” que reduzem a participação dos estudantes à mera manipulação de fenômenos e que proporcionam uma imagem deformada do trabalho científico (Zuliani & Ângelo 2001a, 2001b, Gil-Pérez, 1983; Gil-Pérez & Payá, 1988; Gil-Pérez & Gonzalez, 1993). Privilegiam-se as observações e experimentação “livres” que desconhecem o papel essencial da construção de hipóteses e de um corpo coerente de conhecimentos (Gil-Pérez, 1996). As atividades experimentais nem sempre são adequadas às habilidades mínimas dos estudantes que não têm ideias claras sobre o que estão fazendo no laboratório e não conseguem relacionar os conceitos utilizados pelo professor aos fenômenos observados (Insausti, 1997). Os professores estão despreparados para a utilização de experimentos e faltam condições materiais para a execução desse trabalho na maioria das escolas (Campos & Silva, 1999).

No tocante à metodologia de resolução de problemas as dificuldades de introdução dos estudantes ao processo de resolução de problemas tem sido objeto de análise (Gil-Pérez; Martinez Torregosa & Senent Perez, 1988). A maior dificuldade relatada parece ser “ensinar a resolver problemas”, ou seja, a enfrentar situações desconhecidas frente às quais o estudante se sente inicialmente perdido, pois na maioria das vezes os professores limitam-se a ensinar a resolver exercícios por repetição e não a resolver problemas. A despeito das diferentes teorias psicológicas que orientam a investigação sobre a resolução de problemas (Gangoso, 1999) e da proposição de estratégias para facilitar essa atividade (Costa & Moreira, 1997b), a literatura registra dificuldades relacionadas à interpretação dos problemas; à utilização de conceitos-chave e articulação das estratégias de resolução; à capacidade de organização do conhecimento necessário para a efetiva realização da tarefa; uma tendência à aplicação de fórmulas e não de estratégias que impliquem na reflexão sobre os procedimentos de ação baseados no conhecimento conceitual que permitam o envolvimento do aluno; e a pouca aptidão para ver o problema de uma forma mais holística (Costa & Moreira, 1997a).

Alguns pesquisadores da área (Gil-Pérez *et al.*, 1999) têm como proposta atribuir ao estudante o papel de investigador que executa uma pesquisa dirigida. Estruturados em equipes cooperativas os estudantes tratam situações problemáticas de interesse, interagindo com os membros de seu grupo, com outras equipes (nas plenárias de apresentação das propostas de solução dos problemas) e com a comunidade científica, representada pelo professor e pelo livro texto (op.cit., p.313). Compreendemos que a resolução de problemas pode basear-se na apresentação de problemas abertos, semiabertos ou fechados¹ que exijam dos estudantes uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas próprias para resolver cada situação. O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar solução a situações variáveis e instigantes (Pozo, 1998, p.9).

É responsabilidade da educação escolar desenvolver nos indivíduos a capacidade de mobilizar o conhecimento para a resolução de situações-problema. A resolução de problemas é um processo que os alunos devem experimentar de maneira extensiva, pois desenvolve competências cognitivas como a capacidade de formular, identificar, converter e resolver problemas e oportuniza

¹ Problemas abertos são bastante amplos dando margem há várias interpretações e formas de resolução. Problemas semiabertos fornecem informações que restringem o problema dentro de um cenário específico mas, ao mesmo tempo, permite que os estudantes incorporem ideias e estratégias com as quais seja possível definir e resolver a tarefa (Pozo e Crespo, 1998). Problemas fechados somente permitem uma solução (Watts, 1991).

uma boa formação científica gerando processos como a formulação de hipóteses e o controle de variáveis (Lopes, 1994, p.40). Quando essa metodologia é associada às atividades práticas de laboratório pode servir como um instrumento que favorece a construção e o entendimento de conceitos e proporciona uma visão mais adequada do trabalho científico aos estudantes (Gonzalez, 1992). Para que as atividades de laboratório funcionem como um espaço de aprendizagem, devem estar estruturadas a partir de objetivos bem definidos, oportunizando direção e sentido ao estudo que está sendo realizado. Assim, os alunos podem construir hipóteses, analisar dados, observar criticamente os problemas de interesse e implicações da própria ciência. A experimentação tem um papel relevante na aprendizagem escolar de ciências e o laboratório parece ser fundamental no ensino por apresentar a ciência em seu contexto de produção do conhecimento (Gil-Pérez; Alonso; Martinez Torregosa, 1992; Gonzalez, 1992; Sanches *et al.*, 1992; Gil-Pérez, 1993; Hodson, 1994; Watson, Prieto; Dillon, 1995; Gil-Pérez & Valdez Castro, 1996; Ritchie & Rigano, 1996; Barberá & Valdés, 1996).

Buscando um ensino de ciências mais contextualizado, que valorize o uso de atividades práticas para a reflexão e o debate do que é fazer ciência, propomos um trabalho que incorpora problemas de natureza contextual ao currículo (Gabel & Bunce, 1984) no qual os estudantes utilizam elementos teóricos e experimentais para resolver as situações-problema. Para o desenvolvimento desse ensino de ciências focado na resolução de problemas é preciso que o professor esteja preparado para utilizar a metodologia em suas aulas.

A metodologia de resolução de problemas traz muitas vantagens nos contextos das salas de aula. Ela pode basear-se na apresentação de situações que exijam dos estudantes e professores uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas às perguntas que os inquietam. O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos e professores o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar soluções a situações variadas (Pozo, 1998). Ela pode servir como um instrumento que favoreça o tratamento de questões fundamentais para a construção e o entendimento de conceitos, proporcionando uma visão correta do trabalho científico aos estudantes (Gonzalez, 1992).

A partir dos estudos realizados sobre resolução de problemas e do trabalho desenvolvido em grupos de formação de professores acreditamos que a resolução de problemas se constitui como uma estratégia didática que pode ser trabalhada conjuntamente com as atividades experimentais. Essa conjugação pode ser efetiva e eficiente na construção conceitual, procedimental e atitudinal dos indivíduos em relação ao conhecimento científico. Observa-se que a metodologia de resolução de problemas faz com que os estudantes pesquisem, sejam mais autônomos e consigam trabalhar em grupos articulados para resolver uma determinada situação. Nesse contexto, a formação do professor reveste-se de maior complexidade, principalmente, quanto à formação prático-reflexiva e à ampliação das habilidades e estratégias didáticas, quer dizer, da habilidade do professor em organizar situações e atividades de ensino que promovam uma aprendizagem mais efetiva (Carvalho & Gil-Pérez, 2009).

Panorama da pesquisa e articulações entre a resolução de problemas e a formação de professores de ciências

Ao realizarmos uma revisão de literatura envolvendo o uso da metodologia da resolução de problemas na formação de professores, identificamos uma escassez de material. Como pode ser observado nos dados apresentados a seguir, as temáticas formação de professores e resolução de problemas são tratadas na literatura de forma não relacionada. Nosso objetivo nesse levantamento foi identificar como as pesquisas realizadas abordam os aspectos epistemológicos, cognitivos e pedagógicos da resolução de problemas na formação de professores para a Educação Básica.

Para a seleção das revistas que compõem esta revisão utilizamos a lista de periódicos Qualis/CAPES e foram selecionados periódicos da área de Ensino de Ciências (Quadro 1) classificados em estratos de qualidade A1 e A2. Para o levantamento de dados foram analisados os artigos publicados no período de 2000-2012. Nessa busca foram utilizadas diversas palavras-chave (10 variações para resolução de problemas e 22 para formação de professores). Após a busca por essas expressões os artigos selecionados foram novamente submetidos à análise por meio do agrupamento de palavras-chave, buscando articular a formação de professores à resolução de problemas. O processo de agrupamentos e seleção dos artigos objetivou o refinamento da busca e gerou duas expressões fundamentais: formação de professores e resolução de problemas.

No Quadro 1 estão organizados os periódicos pesquisados e o número de artigos envolvendo as temáticas encontrados nos periódicos. A partir do cruzamento das palavras-chave (formação de professores e resolução de problemas) identificamos 10 artigos publicados no período.

Quadro 1: Periódicos pesquisados e número de artigos encontrados (2000 -2012)

Identificação do periódico	Nome do periódico	Total de artigos
C&E	Ciência & Educação	160
REEC	Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias-REEC	131
ENS	Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	128
IENCI	Investigações em Ensino de Ciências	121
	Total de artigos	540

No Quadro 2 observa-se que a palavra-chave formação de professores tem uma ocorrência maior se comparada à ocorrência da expressão resolução de problemas. Esse fato é compreensível considerando que a área tem investigado diferentes abordagens e metodologias na formação de professores de ciências. Os artigos relacionados à resolução de problemas apresentam uma diversidade de abordagens, perspectivas teóricas e metodológicas, podendo ser encontrados muitos artigos sobre resolução de problemas do tipo “lápiz e papel”.

Para Echerverría e Pozo (1998) existem inúmeras classificações para as estruturas dos problemas, tanto em função da área à qual pertencem, do seu conteúdo e do tipo de operações e processos utilizados para resolvê-los. Assim, os problemas podem ser classificados como do tipo dedutivo como os de “lápiz e papel”, e do tipo indutivo que trabalham na perspectiva das situações abertas e contextualizadas. Essas últimas são as situações de interesse em nossa pesquisa.

Quadro 2: Número de artigos encontrados em cada periódico a partir das palavras-chave²

Expressões	C&E	REEC	ESN	IENCI	Total
Formação de professores	147	109	93	99	448
Resolução de problemas	13	22	35	22	92
Resolução de problemas e Formação de professores	1	5	4	-	10

Os periódicos ENS e REEC apresentam maior número de artigos publicados sobre resolução de problemas, em relação ao número de artigos sobre formação de professores. Isso parece ser devido à existência de uma tradição de pesquisa consolidada entre os pesquisadores espanhóis da área de Didática das Ciências, da qual fazem parte pesquisadores como Daniel Gil-Pérez (Gil-Pérez et al., 1999), Pérez Echeverría e Pozo (Pérez Echeverría & Pozo 1994), Juan Pozo (Pozo, 1998), entre outros.

²Dez dos artigos ($N_T=540$) tratam das duas temáticas em questão, no entanto, estes não foram excluídos da contagem quando foi feita a primeira organização dos artigos pelas palavras-chaves. Assim, o universo de dados inclui as três categorias de expressões o que envolve uma sobreposição das categorias.

Como mencionamos, foram encontrados 10 artigos a partir da amostra inicial ($N_T=540$) em que a resolução de problemas é tratada na formação de professores. Esses artigos (Quadro 3) foram analisados quanto à natureza do trabalho (teórico, experimental), ao referencial teórico utilizado, à metodologia de pesquisa empregada, aos resultados obtidos e modelos de formação adotados.

Quadro 3: Artigos relacionados à resolução de problemas e formação de professores

	Referência
A	Nery, B. K.; Maldaner, O. A. (2012). Formação continuada de professores de química na elaboração escrita de suas aulas a partir de um problema. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 11(1), 120-144.
B	Ferrari, P. C.; Angotti, J. A. P.; tragtenberg, M. H. R.(2010). Educação problematizadora a distância para a inserção de temas contemporâneos na formação docente:uma introdução à Teoria do Caos. <i>Revista Ciência & Educação</i> , 16(3), 723-733.
C	Cavalcanti, E. L. D.; Herbert F, M.; Soares, B. (2009).O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> ,8 (1), 255-282.
D	Krey, I.; Moreira, M. A. (2009). Implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza para el tópico física de partículas en una disciplina de estructura de la materia basada en La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 8(3), 812-833.
E	Júnior, J. G. T; Silva, R. M. G. (2009). Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 8(2), 571-592.
F	González, J. F.; Pérez, M. M.; Escartín, N., E. (2003). Enseñar a profesores de secundaria con situaciones problemáticas. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 2(3), 263-270.
G	Quintanilla, M.; Joglar, C.; Jara, R.; Camacho, J.; Ravanal, E.; Labarrere, A.; Cuellar, L.; Izquierdo, M.; Chamizo, J. (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio? <i>Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas</i> , 28(2), 185-198.
H	Fejes, M. E.; Infante-Malachias, M. E.; Navas, A. M.; Nunes, C. A. A. (2008). Proceso de autoría /creación de simulaciones realizado por professor de química: uma experiencia de capacitación em serviço. <i>Revista Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas</i> , 26(2), 281-290.
I	Gracia, A. L. C.; Gómez, M. G.(2007). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. <i>Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas</i> , 25(3), 435-450.
J	Aznar, M.; Mercedes, M.; Nieto, V.; Paloma, M. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. <i>Revista Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas</i> , 27(3), 343-360.

A análise dos trabalhos revelou que apenas o artigo F tem natureza teórica e que os demais são relatos de experiências relacionadas à resolução de problemas na formação inicial e continuada dos professores.

Os trabalhos apresentam diversidade de abordagens teóricas. Alguns utilizam abordagens histórico-culturais a partir do referencial de Vygotsky (A, C); outro a investigação temática de Paulo Freire, enfatizando aspectos filosóficos na formação de professores (B); o artigo D aborda os Campos Conceituais de Vergnaud e a Aprendizagem Significativa de Ausubel, enquanto E, F e I são fundamentados na Didática das Ciências vinculada a Daniel Gil-Pérez. O artigo G está fundamentado na resolução de problemas e competências do pensamento científico, H está relacionado às simulações, modelagem e comunidade de aprendizagem e J utiliza a resolução de problemas como investigação e destaca pressupostos filosóficos, epistemológicos e pedagógicos, discutindo a resolução de problemas nas competências do pensamento científico, com ênfase nos problemas como investigação didática. Isso parece indicar que aspectos pedagógicos, cognitivos e epistemológicos são referenciais importantes a serem estudados na formação de professores. Observa-se que dos 10 artigos analisados apenas o J trabalha essas temáticas de forma articulada.

Em relação às metodologias empregadas nos trabalhos, essas são aquelas comumente utilizadas na área de pesquisa (Santos e Greca, 2013), ou seja, predominantemente utilizam-se abordagens qualitativas. Os métodos de coleta de dados identificados foram: entrevistas (A,B,D,I); questionários (D,E,G); produção de textos (A,D); produção de mapas conceituais (D); utilização da ferramenta computacional (H,C); revisão bibliográfica das situações problemáticas sugeridas na literatura (F); elaboração de portfólio (I), elaboração de diário de bordo (I) e análise qualitativa da resolução de situações-problema através de níveis de compreensão (J).

Um aspecto que se destaca na análise bibliográfica está relacionado à carência de cursos de formação de professores sistemáticos e de carga horária adequada, relacionados ao uso da metodologia de resolução de problemas. Em apenas um dos artigos analisados (artigo B) é relatada a realização de minicurso na modalidade de ensino a distância, enquanto que os demais artigos envolvem a aplicação de situações-problema a professores de forma assistemática e não duradoura.

O modelo de formação adotado nas experiências relatadas exibem estratégias metodológicas que vão desde uma simples aplicação de problemas à sua formulação. No artigo A, por exemplo, o “Projeto Folhas” além de propor a autoria de problemas sugere que esses possam ser utilizados por outros professores de uma rede de ensino, isso permite que esse modelo de formação seja vivenciado e validado por outros grupos de professores da rede. No artigo B o modelo de formação adotado é um minicurso que utiliza como ferramenta o Moodle. No artigo C a estratégia metodológica adotada está relacionada ao uso de jogos RPG na formação inicial. O artigo D utiliza como estratégia metodológica a construção de mapas conceituais e, como no artigo A, a produção de textos, o que é muito pertinente na formação de professores, pois o professor vai construir as situações-problema e verificar a aplicabilidade. Os artigos H, I e J propõem exercitar a resolução de problemas. Como comentamos a resolução de problemas não deve ser um trabalho esporádico, mas rotineiro que faz que os professores, juntamente com seus alunos, sintam-se encorajados para desenvolver esta estratégia.

A metodologia de resolução de problemas, como abordada nos trabalhos, sugere a autoria dos problemas pelo professor, a aplicação das situações problemáticas e as implicações desta para a formação do professor. No artigo A, a autoria do professor está presente e é ele quem elabora o problema, cria situações e as submete à validação. Além disso, o professor tem como parceiros colegas de diferentes componentes curriculares, o que facilita o debate entre os pares para a formulação das situações problemáticas contextualizadas. No artigo H também observamos a autoria do professor, pois é ele quem elabora simulações de química e as aplica na formação inicial.

Outro ponto importante encontrado na literatura foi o uso da estratégia de trabalho em grupo. Parece ser esta uma estratégia metodológica fundamental no exercício da formação de professores para a resolução de problemas. Nos artigos A e B as etapas de produção e validação, segundo as características específicas de cada projeto, proporcionaram interações entre os professores e essas interações parecem ter contribuído para a constituição de um “novo professor”. O artigo C também remete a ideia de trabalho em grupo, de interação, de liberdade de ação, de cooperação e construção conjunta de conhecimento. A discussão de conceitos nesses grupos de formação é realizada durante a atividade de resolução de problemas, isso demonstra a importância das reflexões em grupo para a proposição de situações problemáticas como também para a resolução das situações. Nos artigos B, D e E estimula-se a transposição didática em ciências através das situações problemáticas e das reflexões em grupo. No artigo J, por exemplo, o trabalho com resolução de problemas parece melhorar a capacidade do professor iniciante na utilização de procedimentos incluídos na metodologia (análises qualitativas, elaboração de hipóteses, resolução, análises de resultados e proposição de estratégias), como também promove a evolução para visões mais complexas dos conteúdos abordados.

A partir dessa revisão é possível identificar características da formação de professores para o desenvolvimento de habilidades para o uso da metodologia de resolução de problemas no tratamento dos conteúdos de ciências. Um ponto fundamental é a autoria do professor na proposição de problemas. Uma vez que o professor assume seu protagonismo no planejamento da aula, ele cria situações problemáticas que podem ampliar o conhecimento de todos os envolvidos nas situações didáticas. Ao formular problemas deve pensar nas possíveis soluções e preparar-se para orientar os estudantes. Os problemas propostos não podem ter soluções óbvias, dar pistas de sua resolução no texto do problema e, tampouco, fornecer respostas diretamente. Este processo de pensar e criar situações desencadeia uma série de habilidades que contribuem no processo de autoformação.

Desenvolvimento de habilidades para o uso da metodologia de resolução de problemas

A pesquisa em formação de professores tem colocado em relevo a experiência profissional e a produção de conhecimento fundamentada na epistemologia da prática, que mobiliza uma pluralidade de saberes docentes e pode contribuir para o desenvolvimento profissional de professores que refletem sobre o seu fazer (Pimenta, 2002; Tardif, 2002). O modelo do professor reflexivo e a epistemologia da prática fornecem para o campo da formação de professores elementos para o questionamento do modelo da racionalidade técnica e permitem avanços políticos, epistemológicos e pedagógicos na formação profissional, quanto a aspectos da racionalidade dos cursos e da estrutura dos currículos.

Por outro lado, a presença da pesquisa na formação dos professores também é objeto de estudo frequente na literatura, geralmente vinculado a trabalhos que se conectam a movimentos investigativos e ao paradigma do professor-pesquisador (Diniz-Pereira & Lacerda, 2009; Lüdke & Cruz, 2005; Sangiogo *et al.*, 2011). Essa discussão se fortaleceu com a disseminação da ideia de que os educadores tendem a se transformar em profissionais melhores quando realizam pesquisas sobre suas práticas, tornando-se reflexivos (Zeichner & Diniz-Pereira, 2005). Esse desenvolvimento ocorre a despeito da formação docente inicial realizada nas universidades, dos constrangimentos de tempo, de recursos físicos e de financiamento que são grandes entraves para a realização de movimentos investigativos pelos professores da Educação Básica (Diniz-Pereira & Lacerda, 2009; Lüdke & Cruz, 2005).

Zeichner e Diniz-Pereira (2005) consideram que o expressivo volume de trabalhos produzidos sobre esse tema pode ser considerado um movimento acadêmico que valoriza a pesquisa-ação, entendida como um modelo de pesquisa sistemática feita por profissionais sobre a própria prática docente. Esse modelo de pesquisa exige um professor politicamente consciente, que saiba pesar os intervenientes econômicos, religiosos, de raça, de gênero, de classes e todos os outros que se fazem presentes no contexto da sociedade globalizada. Há, do mesmo modo, o entendimento de que os conhecimentos e teorias educacionais produzidos nas universidades devam ser integrados aos saberes produzidos na prática docente, o que poderia inclusive favorecer que os educadores do ensino básico passem a ser consumidores mais efetivos dos saberes gerados no meio acadêmico (Canen & Andrade, 2005; Durand; Saury; Veyrunes, 2005).

A utilização da metodologia de resolução de problemas na formação de professores fortalece os saberes práticos e a pesquisa reflexiva, ao mesmo tempo em que torna visíveis as dificuldades conceituais e metodológicas enfrentadas por esses profissionais em relação ao conhecimento de sua disciplina. Permite uma estrutura de formação que possibilita ao professor formar-se continuamente por meio da mobilização de experiências.

A nossa experiência na formação de professores da área de ciências na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), bem como a participação em eventos nacionais e regionais da área tem revelado que muitos professores têm lacunas conceituais e metodológicas importantes. É notório que esses profissionais utilizam

basicamente estratégias de ensino tradicional devido à falta de preparo e poucos deles têm oportunidade e condições de frequentar cursos de formação para superar as lacunas de sua capacitação profissional durante a formação inicial.

Nas experiências de formação em cursos de curta duração, realizadas em eventos como Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Encontro de Debates Ensino de Química (EDEQ), o objetivo é apresentar aos professores a metodologia de resolução de problemas e fornecer exemplares de como ela pode ser implementada nas salas de aula da Educação Básica. Nesses cursos que, normalmente, têm uma carga horária de 4 a 6 horas é possível estabelecer alguns aspectos do marco teórico da metodologia, apresentar alguns exemplares produzidos por outros professores e incentivar a produção de problemas pelos cursistas. Não acreditamos que estas oportunidades de curta duração tenham um efeito permanente no trabalho do professor, mas certamente são oportunidades de encorajar os professores na busca por novas metodologias de ensino.

Cursos de média duração foram implementados em Programas de Extensão na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, realizados em 2010 e 2013 com duração de 90 horas. Os sujeitos desta pesquisa foram professores da Educação Básica atuantes na área de Ciências da Natureza, da região metropolitana de Porto Alegre/RS. Os professores-formadores dessas ações de extensão são da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e da Universidade Federal do Pampa. Os cursos permitem um maior aprofundamento teórico sobre os aspectos epistemológicos, pedagógicos e psicológicos da resolução de problemas nas salas de aula. Permitem ainda a elaboração mais cuidadosa dos problemas, que passam por diversas revisões dos pares e da equipe de formadores. Além disso, os professores são incentivados a aplicarem os problemas nas suas salas de aula e discutirem os resultados dessa implementação com seus colegas do grupo de formação.

A inclusão da discussão da metodologia também foi realizada nos cursos de formação inicial de professores, cursos de Licenciatura em Química da UFRGS e Licenciatura em Química, Física e Matemática da UNIPAMPA. Nesses casos o tempo de desenvolvimento das bases teóricas e o acompanhamento do formador contribuem para a construção de problemas mais elaborados, alguns dos quais foram utilizados em experiências didáticas durante os estágios supervisionados dos licenciados e foram comunicadas na forma de Trabalhos de Conclusão de Curso de Licenciatura (Bentlin, 2010; Santos, 2009; Carrer, 2008; Leite, 2009).

Observa-se que quando se fornecem ao professor argumentos epistemológicos, pedagógicos e psicológicos para o trabalho com resolução de problemas estes professores sentem-se mais seguros para utilizar esta metodologia em suas salas de aula. O trabalho desenvolvido com os professores caracteriza-se por ser teórico-prático, interdisciplinar, dividido em módulos focados na fundamentação para resolução de problemas no ensino de ciências (Larry Laudan, John Dewey, Jerome Bruner e outros autores), formação conceitual para a elaboração de situações problemas, produção de material de apoio e tratamento teórico a partir da metodologia de resolução de problemas no Ensino de Ciências. A abordagem desses aspectos contribui para a construção de concepções científicas adequadas e para o desenvolvimento de atitude científica nos contextos das aulas de ciências.

Metodologia de análise dos problemas produzidos nas experiências de formação

Os problemas elaborados pelos professores em formação inicial e continuada em cursos de curta e média duração, disponibilizados no anexo deste artigo, foram analisados utilizando categorias adaptadas a partir de Watts (1991). Os problemas foram classificados de acordo com as dicotomias³ aberto-fechado, formal - informal, curricular - não curricular, livre - orientado, dado -

³Classificação de problemas segundo Watts (1991): Aberto-fechado: um problema aberto permite ao resolvidor chegar a várias soluções. Um problema fechado só permite uma solução; Formal-informal: um problema formal foi

apropriado, reais - artificiais. Segundo Watts (1991) essas classificações estão interligadas e as relações estabelecidas têm a intenção de enquadrar conceitualmente os problemas formulados.

Neste artigo, além das categorias de análise apresentadas por Watts (1991), discutiremos sobre as competências desenvolvidas pelos professores durante o processo de construção dos problemas e as vantagens e limitações do trabalho com resolução de problemas na formação de professores. Elementos para essa análise foram obtidos a partir das vivências dos professores-formadores na realização das diversas experiências de formação, para isso são utilizadas as memórias dos formadores, os relatórios das atividades, os diários de campo e registros das plenárias para compor nossa análise e discussão.

Análise e discussão dos resultados

Das situações-problemas (P1 a P14), trabalhadas na formação inicial em disciplinas de Estágio de Docência e em Trabalhos de Conclusão de Curso, constatamos que quatro delas são de natureza teórica enquanto que dez são teórico-práticas. Todos os problemas são classificados como curriculares, envolvendo o conteúdo de química inorgânica (pH), substâncias químicas, reações químicas e química orgânica (polímeros). Muitos deles tratam os conteúdos transversalmente como: lixo, fosséis, chuva ácida e efeitos ambientais, extração de perfumes, formação do arco-íris, sinalizadores de trânsito e energias renováveis. Todos esses problemas são dados, ou seja, elaborados pelos professores em formação, pois os alunos (reais ou potenciais) não tiveram acesso à gênese do problema. Quase a totalidade dos problemas são reais, apenas o problema P2 remete à temática da arqueologia que não se constitui em assunto comum ao currículo escolar, por isso foi classificado como artificial. Todas as demais situações problemáticas remetem a problemas relacionados à vida em sociedade.

Quanto os problemas elaborados pelos professores em encontros de curta duração como EDEQ e ENEQ (P15 a P26), podemos verificar que dessa amostra nove são de natureza teórica e três são teórico-práticos (P16, P18 e P26). A maior parte deles foi classificada como problemas semiabertos, apenas o P24 foi classificado como aberto. Os doze problemas são curriculares envolvendo conteúdos e temas transversais como: fotossíntese; níveis de energia; elementos químicos e sua obtenção; ferrugem; doenças degenerativas; infecção urinária; obesidade; poluição e polímeros; hormônios; drogas; agrotóxicos e genética. Todos os problemas foram elaborados pelos professores, por isso foram classificados como dados. Os problemas estão relacionados a polêmicas sociais e foram classificados como problemas reais.

Em relação aos problemas (P27 a P31) elaborados em curso de média duração realizado na UFRGS, estes foram identificados como teórico-práticos e semiabertos. Alguns tratam de assuntos curriculares trabalhados através de temas transversais como lixo (P27) e água (P31), as demais situações tratam de problemas curriculares sobre química orgânica (P28 e P29) e processos de separação de misturas (P30). Podemos dizer que eles são problemas dados já que os professores não

previamente pensado e normalmente é apresentado com uma formulação desejada. Um problema informal não tem uma formulação escrita, é pouco claro e surge de contextos de discussões; Curricular-não curricular: os problemas curriculares são aqueles oriundos dos conteúdos da escola ou de tarefas escolares. Os não curriculares são aqueles que não necessitam de conteúdos estabelecidos pela escola para serem solucionados; Livre-orientado: um problema livre é aquele que durante a resolução não é oferecido nenhum tipo de ajuda. Um problema orientado é aquele que tem acessoria, diálogo e reflexões durante a sua resolução; Dado-apropriado: um problema dado é aquele do qual o estudante não participa da escolha e da sua formulação. O problema apropriado é aquele que o estudante participa da sua gênese. Um problema dado pode se transformar em um apropriado, desde que haja discussão, negociação de forma que este problema vá de encontro às necessidades dos estudantes. Reais-artificiais: os problemas reais são aqueles relacionados com as necessidades da sociedade. Os problemas artificiais, não estão relacionados diretamente às necessidades da sociedade, mas para responder a interesses acadêmicos, escolares, científicos ou à curiosidade especulativa.

participaram da gênese de suas produções e alguns são problemas reais (P27 e P31), tratando de questões ambientais, sendo estas relevantes nos contextos sociais dos cursistas.

A categorização dos problemas apresentada por Watts (1991) permite que façamos uma análise das situações elaboradas pelos professores. Identificamos que os professores em cursos de curta duração elaboram problemas teóricos, enquanto que os professores de formação inicial e em cursos de média duração elaboram situações teórico-práticas. Isso parece indicar que os professores da formação inicial e em cursos de média duração, após um estudo mais aprofundado de aspectos pedagógicos, epistemológicos e psicológicos da metodologia de resolução de problemas, estão mais preocupados em elaborar problemas que envolvem a utilização do laboratório para a resolução dos problemas. Outro aspecto a ser considerado nessa análise está relacionado à tendência dos professores em elaborar problemas de acordo com o conteúdo curricular.

Outra análise possível, além da que utiliza a categorização de Watts (1991), relaciona-se às impressões coletadas pelos formadores durante os cursos e atividades realizadas. Observa-se que professores novatos, durante as formulações dos problemas, sentem-se mais seguros para produzir problemas do que os professores da formação continuada. Parece que os professores em formação inicial não estão preocupados com a dinâmica do trabalho. Acreditamos que isso se dá pelo fato de esses licenciandos não terem em sua vivência a rotina de sala de aula. Por outro lado, percebe-se que os professores mais experientes têm uma preocupação em elaborar situações problemáticas com objetivos mais definidos e específicos de seus contextos de sala de aula. Este aspecto também é relatado na literatura, notadamente nas pesquisas realizadas nas décadas de 70 e 80 do século passado, quanto ao desempenho de professores novatos e professores experientes na resolução de problemas.

Por outro lado, os professores da formação inicial parecem ter mais agilidade na formulação dos problemas, enquanto os professores mais experientes levam mais tempo para escolher o conteúdo a ser trabalhado e definir a melhor forma de apresentar cada situação. Acreditamos que isso acontece por dois motivos. O primeiro está relacionado ao fato de o professor em exercício estar mais preocupado em atingir o potencial de cada estudante a partir de uma situação-problema, enquanto os professores da formação inicial trabalham com problemas hipotéticos, não tendo preocupação com situações reais. O segundo motivo a ser considerado está relacionado ao fato dos professores mais experientes terem uma visão fixa no currículo o que impede extrapolações e um olhar holístico sobre o conteúdo, o que permitiria pensar sobre os problemas de forma diferenciada (Costa e Moreira, 1997a).

A apresentação dos problemas em plenárias é a etapa da formação em que o cursista apresenta os problemas elaborados para os demais professores e para os formadores. Verificamos que essa dinâmica possibilita analisarmos algumas competências desenvolvidas pelos professores como, também, verificarmos se os problemas construídos pelos professores se constituem em “situação-problema” ou em exercícios. Consideramos esse momento importante na medida em que cada professor interpreta cada situação-problema, verifica a natureza da situação elaborada, elege os conteúdos que esse problema permite desenvolver, pensa sobre as habilidades que serão desenvolvidas a partir da situação apresentada, o que permite ao professor experimentar a autoria no contexto educacional. As plenárias de apresentação dos problemas permitem a fala do professor e a audiência por seus pares e isso pode revelar algumas lacunas da sua formação. Uma delas está relacionada à metodologia que esse professor está habituado a desenvolver em suas salas de aula. Durante as plenárias observa-se que os professores têm resistência em buscar o novo, preferindo o trabalho com uma metodologia tradicional, mesmo que ele saiba que as metodologias alternativas de ensino são mais produtivas no processo ensino-aprendizagem.

Outro aspecto observado nas plenárias relaciona-se aos problemas teórico-práticos em que os professores devem incentivar os alunos no uso do laboratório didático no contexto da resolução

dos problemas. Os professores relatam uma série de dificuldades no desenvolvimento de atividades experimentais em suas salas de aula, como: exiguidade do tempo, cumprimento do currículo mínimo, ausência de laboratório na escola, indisponibilidade de material adequado, etc. Esses aspectos contribuem para os professores não utilizarem essas metodologias. Sabemos que as atividades de laboratório articuladas à resolução de problemas, quando bem estruturadas, desenvolvem uma série de habilidades que levam os alunos às soluções de problemas e as novas descobertas.

Como podemos observar, há várias limitações relacionadas à utilização de metodologias alternativas nos contextos das salas de aula. Uma delas está relacionada ao fato de que os professores têm carência de embasamento teórico dos aspectos pedagógico, epistemológico e psicológico envolvidos na metodologia de resolução de problemas. Esse fato não é verificado apenas na formação continuada, mas também na formação inicial. Muitos licenciados revelam que há uma lacuna na formação e isso dificulta o trabalho com metodologias alternativas de ensino.

A maior parte das limitações que estão sendo apresentadas foi identificada nas plenárias dos grupos de formação, mas também nos momentos de discussões nos grupos para a elaboração das situações-problema outras dificuldades ficaram explícitas. As dificuldades apresentadas pelos professores quando produzem sequências de problemas estão relacionadas à falta de conhecimento conceitual e de abordagem interdisciplinar do conhecimento, falta de aporte teórico e dificuldade em utilizar estratégias metodológicas alternativas em suas aulas.

Outra limitação está relacionada ao fato do professor não utilizar a resolução de problemas como uma metodologia rotineira. Sabemos que esse trabalho deve ser usado de forma extensiva para que os alunos e professores consigam organizar-se de forma a resolver cada situação através de uma sequência didática, introduzindo uma nova dinâmica de trabalho nas aulas.

Apesar de todas essas limitações a metodologia de resolução de problemas, assim como outras propostas alternativas de ensino revelam inúmeras vantagens e por isso podem ser implementadas nos contextos das aulas de ciências. Nesse sentido, acreditamos que essa metodologia pode ser trabalhada em programas de formação, contribuindo com o contínuo aprimoramento profissional ao levar o professor a fazer reflexões críticas sobre a sua prática em ambiente coletivo (Schnetzler, 2002).

Considerações Finais

Neste artigo enfatizamos a importância da utilização de propostas alternativas de ensino em cursos de formação inicial e continuada de professores. Como afirma Schnetzler (2002) compreende-se que o professor é sujeito de suas ações e atitudes de sala de aula, nesse sentido espera-se que esse profissional seja proativo nas condições de seu trabalho. Programas de formação podem possibilitar que o professor seja produtor de seus saberes pedagógicos, por isso ressaltamos a importância em trabalhar rotineiramente com a metodologia de resolução de problemas e atividades experimentais nas aulas de ciências.

Os programas formativos da maneira como geralmente estão organizados não contribuem de maneira efetiva para o desenvolvimento de metodologias alternativas de ensino porque trabalham em um tempo exíguo, não oportunizando aos professores a construção conceitual necessária ao uso dessas metodologias alternativas. Desse modo, procuramos contribuir na formação docente através de cursos de extensão e práticas na formação inicial, em disciplina de estágio e em investigações de conclusão de curso, que possam fomentar um debate mais profícuo acerca da metodologia de resolução de problemas e do laboratório didático.

Os cursos de curta duração, realizados em eventos como EDEQ, ENEQ, ECODEQ, parecem contribuir pouco no processo de formação. Por outro lado, incentivam o professor da

Educação Básica a refletir sobre a sua prática docente e buscar outras formas de ensinar. Os programas formativos de média duração parecem contribuir de forma mais efetiva, pois promovem ações que valorizam os saberes docentes, colocam os professores a produzir seu próprio material didático e possibilitam a aplicação do material em sua própria sala de aula. Parece que o assessoramento do formador durante as etapas da elaboração e resolução de problemas torna o professor mais convencido e motivado para usar essa metodologia.

Além da efetividade dos programas de formação podemos ressaltar que o trabalho com a resolução de problemas nos contextos de sala de aula possibilita ao professor o fortalecimento de seus saberes práticos e de sua postura reflexiva. Além disso, torna visíveis as dificuldades conceituais e metodológicas enfrentadas por esses profissionais em relação ao conhecimento de sua disciplina. Sabemos que grande parte dessas dificuldades tem origem nas insuficiências da formação inicial quanto aos aspectos históricos, filosóficos, epistemológicos, pedagógicos dos conhecimentos em ciências. Essas limitações para trabalhar com metodologias alternativas, como discutimos, não são superadas durante a formação continuada, pois muitas vezes os cursos são muito rápidos e superficiais.

A partir desse trabalho foi possível levantar características importantes da formação de professores para o desenvolvimento de habilidades para o uso da metodologia resolução de problemas nas aulas de ciências. Um aspecto importante é a autoria do professor na proposição de problemas. O professor torna-se o protagonista dos momentos de planejamento de sua própria aula, ele cria as situações problemáticas. Como já mencionamos, para que os problemas não sejam meros exercícios, eles não podem ter soluções óbvias, apresentar respostas diretamente no texto e, tampouco, dar pistas de sua resolução no texto do problema. Criar situações leva o professor a desenvolver uma série de habilidades durante o processo de autoformação. Nesse sentido, acreditamos que os professores engajados no processo de formação e em grupo de pesquisa articulam melhor as estratégias didáticas e o conhecimento sistematizado, contribuindo para uma melhora no ensino de ciências.

Referências

- Aznar, M.; Mercedes, M.; Nieto, V. & Paloma, M. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las ciencias: investigación y experiencias didácticas*, 27 (3), 343-360.
- Barberá, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de Las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Bentlin, F. R. S. (2010). Resolução de problemas como prática de ensino sobre funções inorgânicas para alunos da EJA. Trabalho de Conclusão (graduação)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Licenciatura em Química, Porto Alegre.
- Campos, R. C.de. & Silva, R.C. (1999). Funções da Química Inorgânica. *Química Nova na Escola*. Acesso e 08 jan., 2014, <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/conceito.pdf>.
- Canen, A. & Andrade, L. T. de (2005). Construções discursivas sobre pesquisa em educação: o que dizem professores formadores universitários, *Educação e Realidade*, Porto Alegre, 30 (1), 49-65.
- Carrer, E. L. B. (2008). A resolução de problemas como estratégia para o estudo da química no cotidiano. Trabalho de conclusão (graduação)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Licenciatura em Química, Porto Alegre, BR-RS.
- Carvalho, A. M. P. & Gil-Pérez, D. (2009). *Formação de professores de Ciências*. 9ª ed. São Paulo: Cortez.

- Cavalcanti, E. L. D.; Herbert F. M. & Soares, B. (2009). O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 255-282.
- Costa, S. S.C. & Moreira, M.A. (1997a). A Resolução de Problemas II: Propostas de Metodologias Didáticas. *Investigações em Ensino de Ciências* Acesso em 09 fev., 2014, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID26/v2_n1_a1997.pdf.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M.A. (1997b). Resolução de Problemas III: Fatores que Influenciam na Resolução de Problemas em Sala de Aula. *Investigações em Ensino de Ciências* Acesso em 12 fev., 2014 http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID29/v2_n2_a1997.pdf.
- Diniz-Pereira, J. E. & Lacerda, M. (2009). Pinheiro de. Possíveis significados da pesquisa na prática docente: ideias para fomentar o debate. *Revista Educação e Sociedade*, Campinas, 30 (109), 1229-1242.
- Durand, M.; Saury, J.; & Veyrunes, P. (2005). Relações fecundas entre pesquisa e formação docente: elementos para um programa. *Cadernos de Pesquisa*, 35(125), 37-62.
- Echeverría, M. D. P. P. & Pozo J. I. (1998) Aprender a Resolver Problemas e Resolver Problemas para aprender. In: POZO, J. I.(org). *A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender(pp. 13-42)*. Porto Alegre: Artemed.
- Fejes, M. E. & Infante-Malachias, M. E.; Navas, A. M. & Nunes, C. A. A.(2008). Proceso de autoría /creación de simulaciones realizado por professor de química: uma experiencia de capacitação em serviço. *Revista Enseñanza de las ciencias: Investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 281-290.
- Ferrari, P. C.; Angotti, J. A. P. & Tragtenberg, M. H. R. (2010). Educação problematizadora a distância para a inserção de temas contemporâneos na formação docente: uma introdução à Teoria do Caos. *Ciência & Educação*, 16, (3), 723-733.
- Gabel, D. & Bunce, D. (1984). Research on problem solving in chemistry. In D. GABEL (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning (pp 301-326)*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Gangoso, Z. (1999). Investigaciones en Resolución de Problemas en Ciencias. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. *Texto de Apoyo*, 3, 83-132.
- Gracia, A. L. C. & Gómez, M. G. (2007). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 25(3), 435-450.
- Gil-Pérez, D. (1983) Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 26-33.
- Gil-Pérez, D. (1993). 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), 197-212.
- Gil-Pérez, D. (1996). New trends in Science Education. *International. Journal of Science Education*, 18(8), 889-901.

- Gil-Pérez, D.; Alonso M. & Martinez Torregosa, J. (1992). Los exámenes de física e química en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de Las Ciencias*, 10(2), 127-138.
- Gil-Pérez, D. & Gonzalez, E. (1993). Las prácticas de laboratorio en física en la formación del profesorado (1) Un análisis crítico. *Enseñanza de la Física*, 6(1), 47-61.
- Gil-Pérez, D.; Torregosa, J. M. & Senent Perez, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas en física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 131-146.
- Gil-Pérez, D.; Furió, C. M.; Valdés, P.; Salinas, J.; Torregrosa, J. M.; Guisasola, J.; González, E.; Dumas-Carré, A.; Goffard, M. & Carvalho, A. M. P.(1999.) Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- Gil-Pérez, D. & Payá, J. I.T. (1988). Los trabajos prácticos de física y química y la metodología científica. *Enseñanza de la Física*, 2(2), 73-79.
- Gil-Pérez, D. & Valdez Castro, P. (1996). La Orientación de las prácticas de laboratorio con investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de Las Ciencias*, 14(2), 155-163.
- Goi, M. E. J. & Santos, F. M. T.(2009a). Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. *Química Nova na Escola*. Acesso em 03 mar., 2014, http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/09-RSA-5008.pdf.
- González, E. M. (1992). Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanzas de Las Ciencias*, 10(2), 206-211.
- González, J. F.; PÉREZ, M. M. & ESCARTÍN, N. E. (2003). Enseñar a profesores de secundaria con situaciones problemáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 263-270.
- Hodson, D.(1994). Hacia Un Enfoque Más Crítico Del Trabajo de Laboratorio. *Enseñanza de Las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Insausti, M. J. (1997). Análisis De Los Trabajos Prácticos de Química General En un Curso de Universidad. *Enseñanza de Las Ciencias*, 15(1), 123-130.
- Júnior, J. G. T. & Silva, R. M. G. (2009). Investigando a temática sobre equilíbrio químico na formação inicial docente. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), 571-592.
- Krey, I. & Moreira, M. A.(2009). Implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza para el tópico física de partículas en una disciplina de estructura de la materia basada en La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 812-833.
- Leite, S. B. (2009). Estudo sobre polímeros através da resolução de problemas. Trabalho de conclusão (graduação)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Licenciatura em Química, Porto Alegre, BR-RS.
- Lopes. B. J. (1994). *Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*. Lisboa: LDA.
- Lüdke, M. & Cruz, G. B. (2005). Aproximando universidade e escola de educação básica pela pesquisa. *Cadernos de pesquisa*, 35(125), 81-109.

Nery, B. K. & Maldaner, O. A. (2012). Formação continuada de professores de química na elaboração escrita de suas aulas a partir de um problema. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 120-144.

Pérez Echeverría, M. P. & Pozo, J. I. (1994). Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender, en Pozo, J.I. (coord.). *La solución de problemas* (pp. 13-52). Madrid: Aula XXI/Santillana.

Pimenta, S. G. (org.).(2002).Formação de Professores: identidade e saberes da docência. In. *Saberes Pedagógicos e Atividade Docente* (pp. 15-34). São Paulo: Cortez.

Pozo, J. I.(org.).(1998).*A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed.

POZO, J. I. & CRESPO, M. Á. G.(1998). A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. . In: POZO, J. I.(org). *A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artemed.

Pozo M. J. I. & Pérez Echeverria, M. P. (1994). *La solución de problemas*. Madrid: Santillana.

Quintanilla, M.; Joglar, C.1; Jara, R.; Camacho, J.; Ravanal, E.; Labarrere, A.; Cuellar, L.; Izquierdo, M. & Chamizo, J.(2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio? *Revista Enseñanza de las ciencias: investigación y experiencias didácticas*, 28 (2),185-198.

Ritchie, S. M. & Rigano, D. L.(1996). Laboratory apprenticeship through a student's research project. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 799-815.

Sanches, M. A.; Alonso, M.; Gil-Pérez, D. & Martínez, J. (1992). Concepciones espontáneas de los profesores de Ciencias sobre la evolución: obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento. *Enseñanza de la Física*, 5(2), 18-38.

Sangiogo, F. A.; Woyciechoswsky, R.; Rosa, S. A. & Maldaner. O. A. (2011). A Pesquisa Educacional como atividade curricular na Formação de licenciados de Química. *Ciência & Educação*,17(3), 523-540.

Santos, A. B. (2009). Resolução de problemas como prática de ensino de funções inorgânicas. Trabalho de conclusão (graduação)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química.Licenciatura em Química, Porto Alegre, BR-RS.

Santos, F. M. T. & Goi, M. E. J. (2012). *Resolução de Problemas no Ensino de Química fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica*. Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química / X Encontro de Educação Química da Bahia. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia. 2012. p. 1-11.

Santos, F.M. T. & Greca, I. M. (2013) . Metodologias de pesquisa no ensino de ciências na América Latina: como pesquisamos na década de 2000. *Revista Ciência & Educação*, 19(1), 15-33.

Schnetzler, R. P. (2002). Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de química. *Química Nova na Escola*. Acesso em dez., 2013, http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A05.pdf.

Tardif, M. (2002). *Saberes Docentes e Formação Profissional*. 2ªedição. Petrópolis: Vozes.

Watts, M. (1991).*The Science of Problem-Solving- A Pratical Guide for Science Teachers*. London: Cassell.

Watson, R., Prieto, T. & Dillon, J. S. (1995). The effect of practical work on student's understanding of combustion. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 487-502.

Zeichner, K. & Diniz-Pereira, J. E. (2005). Pesquisa dos educadores e formação docente voltada para a transformação social. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, 35(125), 63-80.

Zuliani, S. R. Q.A. & Ângelo, A.C.D. (2001a). *A Utilização de Metodologias Alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de Química*. In: Educação em Ciências da pesquisa à prática docente/Ed. Escrituras: autores associados, 69-80.

Zuliani, S. R. Q.A. & Ângelo, A. C. D. (2001b). *O querer aprender: aspectos relacionados ao conhecimento e controle do processo de aprendizagem num grupo de licenciatura em Física*. In: V Congresso de Ciências Humanas e Letras - MG, Ouro Preto: 2001. Atas do V Congresso de Ciências humanas, Letras e Arte.

Recebido em: 01.06.14

Aceito em: 02.06.15

Anexo ⁴

	Exemplares de Problemas
Licenciatura em Química da UFRGS	<p>P1- Baseado na constante preocupação com a correta segregação e destinação final dos resíduos gerados por nossa escola, faça um levantamento da geração dos mesmos e os classifique. Após o levantamento, proponha alternativas de reutilização, reciclagem ou destino final.</p> <p>P2- Arqueólogos remontam a história da terra através de suas pesquisas e escavações. Ao encontrar fósseis de seres vivos, esses cientistas utilizam técnicas para datar esses fósseis. Quais técnicas são utilizadas e como funcionam?</p> <p>P3-A chuva ácida provoca diversos danos ambientais, por exemplo, danificação de estátuas e estruturas prediais, elevação do pH em rios, solos, etc. Pesquise os efeitos ambientais causados pela chuva ácida e proponha experiências que demonstrem esses danos.</p> <p>P4- Um dos produtos farmacêuticos mais antigos e utilizado da história da humanidade, são os perfumes. A maioria das essências utilizadas é extraída de diversos produtos naturais. Considerando que estes são misturas de diversas substâncias químicas, pesquise as diferentes formas de obtenção destas essências e tente produzi-las em laboratório.</p>
Licenciatura em Ciências Exatas da UNIPAMPA	<p>P5-Quando caminhamos, percebemos que há uma parte escura no chão ou do lado que nos acompanha, ou seja, há formação da sombra. Como a sombra das árvores, ou dos edifícios e postes que se formam com a luz solar. Como ocorre a formação da sombra? A sombra muda de posição? Por quê? Demonstre experimentalmente este fenômeno.</p> <p>P6-Com o aquecimento global, decorrente do aumento populacional, desmatamento e o crescimento das regiões urbanas, algumas metrópoles adotaram uma técnica para amenizar os altos níveis de temperatura. Esta técnica baseia-se em pintar de branco os telhados de edifícios e casas. Qual é a consequência desta técnica, em quais fenômenos físicos está baseada? Demonstre experimentalmente este fenômeno.</p> <p>P7-Após um dia chuvoso é comum o aparecimento de linhas coloridas no céu e em forma de arco, apresentando sete cores, o que chamamos de arco-íris. Por que este fenômeno geralmente ocorre após a chuva? Demonstre experimentalmente.</p> <p>P8-À noite é comum presenciar um gato, uma coruja ou outros animais, que parecem possuir luzes nos olhos. Este princípio também ocorre nas sinalizações de trânsito nas rodovias e placas para guiar com segurança os motoristas. Qual é o princípio envolvido? Como ocorre este fenômeno? Demonstre experimentalmente.</p> <p>P9-Para economizar energia elétrica e diminuir impactos ambientais, as pessoas estão recorrendo ao uso de energias renováveis. Para amenizar este problema, uma das técnicas utilizadas é a adaptação de tetos solares nas residências. Mas o que são energias renováveis? Como funcionam os tetos solares? Monte um experimento que explique o funcionamento dos tetos solares.</p> <p>P10-No Rio de Janeiro, então capital brasileira na década de 1910, cresceu o número de cafés e confeitarias que reproduziam o costume francês de servir com estilo e elegância. E as padarias, que ainda produziam um pão de casca e miolo escuros, começaram a ser solicitadas a reproduzir o pãozinho de casca dourada e miolo branco dos franceses. Isso ocorreu devido a recém-instalada República do Brasil que pretendia inaugurar uma nova era no país e, por conta disso, tentou minimizar tudo o que lembrava o antigo Império. Então, os padeiros, pela descrição dos viajantes, criaram uma receita que passaram a chamar de “pão francês”. Será que existe pão sem química? Quais são os ingredientes utilizados na fabricação do pão francês e qual a função de cada um deles na reação?</p> <p>P11-O ingrediente responsável por deixar o pão macio e fofinho é o fermento. Você já ouviu isso? O fermento usado no pão é chamado de fermento biológico. Pesquise de que o fermento é constituído? Qual a sua função? Existe diferença entre fermento químico e biológico?</p>

⁴Os problemas são apresentados em seu formato como proposto pelos cursistas/proposta original e sem correções gramaticais.

	<p>P12-Há um gás responsável pelas bolhas que se formam na massa do pão e por fazê-la aumentar de volume. Já o álcool evapora quando a massa é levada ao forno (portanto não há risco de ninguém ficar bêbado!) e, as pobres das leveduras, depois de tanto trabalho, morrem todas! Essas mesmas leveduras são também as que transformam o suco de uva em vinho. A partir desse texto procure uma representação para a transformação que ocorre com o fermento durante a fabricação do pão.</p>
<p>Trabalho de Conclusão de Curso da Licenciatura em Química da UFRGS</p>	<p>P13- Os polímeros fazem parte de nossas vidas desde sempre, uma vez que o DNA, as proteínas e os polissacarídeos são polímeros naturais. Há mais ou menos 100 anos a indústria química começou a fabricar materiais poliméricos, chamados polímeros sintéticos e, desde então, esses produtos estão diretamente relacionados aos materiais que utilizamos no cotidiano. O que caracteriza esses materiais? O que é um polímero? Quais os tipos de polímeros sintéticos existentes e em quais materiais do nosso dia a dia eles estão presentes?</p> <p>P14- Durante a década de 70 a produção mundial de plásticos ultrapassou a produção de ferro e aço. Foi a partir de então que a dependência mundial aos polímeros sintéticos aumentou. Os plásticos são os polímeros artificiais mais utilizados na atualidade estando diariamente nas nossas vidas, sob as mais diversas formas e funções. Uma das características mais importantes dos plásticos é sua durabilidade, porém esses materiais não são biodegradáveis, ou seja, não se decompõe sob ação de microorganismos como acontece com o papel, a madeira, o couro e etc. Devido a esses fatores a grande utilização desses materiais conduz a um terrível problema ecológico – a grande quantidade de lixo. Cerca de 30% do volume de lixo de uma cidade corresponde aos plásticos. Existem algumas opções para resolver esse problema ambiental causado pelo uso dos plásticos. Dentre elas a mais viável do ponto de vista econômico e da preservação ambiental é a reciclagem. Qual a diferença entre reciclar e reutilizar? Pesquise quais os tipos de plásticos existentes em sua casa. Proponha uma forma experimental de identificar o tipo de polímero que constitui esses materiais?</p>
<p>Cursos curta duração em eventos da área de Ciências</p>	<p>P15- Você já ouviu falar que a Amazônia é o pulmão do mundo? Como também, você já deve ter escutado que faz mal dormir em um quarto com plantas. Será que estas questões têm sentido? Procure respondê-las pensando no tema respiração / fotossíntese e verifique a validade ou não destas afirmações.</p> <p>P16- Todos os anos durante as festividades, principalmente no Ano Novo, podemos observar a utilização de fogos de artifícios de diferentes cores. Como você explicaria teoricamente e comprovaria experimentalmente a diversidade de cores dos fogos de artifício.</p> <p>P17- A crosta terrestre constitui importante fonte de matérias-primas utilizadas na fabricação de diferentes tipos de materiais. Dela extraímos o ferro, o cobre, o alumínio, o magnésio, o petróleo, dentre outros. Essa atividade humana proporciona mais conforto para a humanidade, mas causa um grande problema para o meio ambiente.</p> <p>Através de uma pesquisa teórica, descreva como os elementos são obtidos, suas principais aplicações, relatando sua utilidade em nosso cotidiano.</p> <p>P18- Sabemos que o ferro possui larga utilização e construção ao longo do tempo, em contato direto com intempéries, ocorre à formação do que chamamos de ferrugem. Explique por quê? Compare através de experimentos por que ambientes úmidos são mais favoráveis a estes fenômenos.</p> <p>P19- O Alzheimer é uma doença que traz, entre outras alterações comportamentais, a perda cognitiva. A sinapse, responsável pela transmissão de informação no cérebro, ocorre através da troca de íons sódio e potássio na membrana celular. Alterações na sinapse provocam a perda da memória. Além disso, o Alzheimer tem como característica a redução do tamanho do cérebro devido à morte celular, causada entre outros, por radicais acumulados no interior das células. Como os radicais atuam quimicamente na redução do tamanho do cérebro?</p> <p>P20- Há mais de 50 anos as vovós americanas e canadenses já sabiam: para combater infecções urinárias em mulheres, nada melhor o que suco de Cranberry, uma frutinha vermelha, que só existe na América do Norte, parecida com a nossa ameixa. Recentemente, pesquisas científicas concluíram a eficácia da fruta no combate a infecção urinária por repetição. Estudos comprovam que o suco de Cranberry consegue evitar que a bactéria E. Coli, responsável por cerca de 85% dos casos de infecção urinária, consiga subir pela uretra e causar o problema. Descubra qual o princípio ativo desta fruta, e como ela age para evitar e combater a bactéria.</p>

	<p>P21- Um dos problemas da sociedade brasileira é a obesidade, uma pesquisa realizada pela Universidade de Washington revela que ler os rótulos dos alimentos pode ser muito eficaz para perder peso. Produtos Diet e light acabam se tornando a 1ª opção de quem deseja emagrecer. Mas o consumo destes produtos realmente são eficazes? Como eles agem no metabolismo do corpo humano?</p> <p>P22- As garrafas PETs e outros tipos de materiais poliméricos são encontrados em nosso dia a dia. O consumo exacerbado deste material causa problemas ambientais por sua não reutilização. Nos EUA, em apenas uma semana, utiliza-se uma quantidade de garrafas plásticas tão grande, que se juntássemos uma ao lado da outra, poderíamos dar mais de 5 voltas ao redor da terra. Pesquise a composição das garrafas PETs. Busque soluções que poderiam ser utilizadas para melhorar o controle da poluição ocasionada pelo consumo excessivo destas garrafas.</p> <p>P23- No ano passado (2009) uma enfermidade que atingiu o mundo inteiro foi a Gripe A. Foi desenvolvida uma vacina e boa parte da população brasileira, grupos de risco, foi imunizada. Neste ano a superbactéria avança pelo país e já causou mortes em alguns hospitais. O uso abusivo dos antibióticos é um dos fatores que mais contribuem para a proliferação dos microorganismos multiresistentes. Pesquise como o vírus e bactérias atuam no corpo humano e se esta superbactéria pode ser combatida.</p> <p>P24- Pedro, um homem de 52 anos começou a sentir-se desanimado, triste, com dificuldades em manter e ter ereções. Ao consultar um médico, obteve por resposta diminuição dos níveis de testosterona, sendo orientado a realizar a reposição deste hormônio. Sabendo que o aumento dos riscos de câncer de próstata e o aumento da glândula mamária do homem, além de problemas cardiovasculares, posicione-se a respeito da sugestão do médico, indicando o seu funcionamento.</p> <p>P25- A disseminação das drogas aumentou, dando destaque para o crack, que teve seu consumo intensificado nos últimos 10 anos. Seus efeitos são considerados devastadores tanto para o usuário como para a sociedade. Pesquise o que intensificou o consumo desta droga, destaque quais as substâncias envolvidas no processo de produção e que efeitos causa no organismo.</p> <p>P26- A Produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Uma das alternativas frequentemente utilizadas é o uso de agrotóxicos, que podem ser contaminantes ambientais, altamente tóxicos aos seres vivos e com persistência ambiental. Além disso, há a alternativa da produção de transgênicos, que consiste na transferência de um gene de interesse retirado de uma espécie diferente. Entretanto, quais as consequências (positivas e negativas) da utilização dessas 2 alternativas na agricultura? Proponha alternativas ambiental e economicamente viáveis na produção dos alimentos.</p>
<p>Programas de extensão de média duração da UFRGS</p>	<p>P27-Os 3 R's (Redução, Reutilização e Reciclagem) são ações que tem como objetivo estabelecer uma relação harmônica entre o consumidor e o meio ambiente. A redução trata de evitar desperdícios, seja apagando as luzes quando estamos utilizando certo cômodo, fechando a torneira quando estivermos escovando os dentes, entre outras coisas. Já a reutilização, como o próprio nome diz, reaproveita objetos ou materiais como uma garrafa PET que é transformada em um vaso de plantas, ou uma folha de papel que foi utilizada apenas um lado e pode ser reaproveitada o lado inverso, entre outros exemplos. No entanto, a reciclagem ajuda a diminuir a quantidade de resíduos que vão para os lixões, além de economizar recursos naturais, água e energia elétrica que seriam utilizados na fabricação de produtos novos a partir de matérias-primas virgens. Um exemplo dela é a reciclagem da garrafa PET para se fazer roupas. Com base nos conhecimentos adquiridos sobre os 3 Rs, explique como podemos, através da utilização do óleo de cozinha, obter exemplo desses.</p> <p>P28- No rótulo de algumas margarinas observamos a expressão: 0% de gordura trans. Do ponto de vista da química, como é caracterizada uma gordura trans e quais os efeitos do consumo desse tipo de gordura em nosso organismo.</p> <p>P29-Você já deve ter observado, em algumas marcas de margarina vendidas em supermercados, a seguinte indicação: rica em poli-insaturados. Apesar de as moléculas das gorduras vegetais que entram na composição dessas margarinas pertencerem à outra função orgânica, suas longas cadeias carbônicas contêm mais de uma insaturação, daí a denominação poli-insaturados. Esta mesma indicação não é encontrada em rótulos de manteiga. Pesquise a diferença química entre margarina e manteiga mostrando qual é a mais saudável para nosso consumo e proponha um experimento para identificar essa</p>

	<p>diferença.</p> <p>P30- Na natureza é raro encontrarmos substâncias puras, normalmente encontramos misturas de substâncias, e muitas vezes essas misturas não possuem grandes utilidades. A água do mar é um exemplo de uma mistura de água com vários sais dissolvidos que não possui muita serventia, entretanto, se evaporarmos a água, nós obtemos o sal, com grande utilidade no nosso dia a dia. Imagine uma pessoa que não tem acesso à água do mar, mas consegue uma grande quantidade de uma mistura de areia e sal. Explique como essa pessoa pode obter sal puro a partir dessa mistura, identificando os processos e materiais utilizados.</p> <p>P31- A água é um recurso renovável pelo ciclo natural evaporação – chuva e distribuído com fartura na maior parte da superfície do planeta. Acontece que a ação humana afetou de forma decisiva a renovação natural dos recursos hídricos. Estima-se que 50% dos rios do mundo estejam poluídos por esgotos, dejetos industriais e agrotóxicos. Para que tenhamos água potável para consumirmos ela passa por tratamento.</p> <p>Pesquise as etapas do tratamento da água e explique quais são métodos de separação de misturas, justificando.</p>
--	--