

A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO POR ESTRATÉGIAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS*

Mara Elisângela Jappe Goi
Flávia Maria Teixeira dos Santos
PPGECIM- ULBRA
Rua Miguel Tostes, 101 – Prédio 14 - Sala 208
92.420-280 Canoas, RS

Resumo

Neste trabalho procuramos discutir diferentes estratégias de ensino que podem oferecer melhores condições para a aprendizagem do conhecimento científico e como as atividades experimentais podem ser trabalhadas com esse objetivo. Discutimos a metodologia de resolução de problemas como uma alternativa eficiente para o ensino experimental de ciências. Abordamos os aspectos teóricos do ensino experimental e da resolução de problemas relatados na literatura, procurando elaborar uma abordagem coerente e eficiente para o ensino de ácidos e bases no Ensino Médio.

Palavras-chave: Atividades Experimentais em Química; Ácidos e Bases; Resolução de Problemas.

Introdução

A compreensão do processo de construção do conhecimento em ciências é um foco de pesquisa privilegiado, vários trabalhos vinculados a diversos ramos da psicologia vêm sendo empregados para o desvelamento desse processo (Driscoll, 1995). Uma parte importante das pesquisas propõe estratégias metodológicas para uma aprendizagem mais significativa, oportunizando aos alunos formas alternativas para melhorar este processo (p.ex. Tharp and Gallimore, 1988; Rowell and Dawson, 1985, Horta Machado, 1999).

As estratégias de ensino propostas podem ser enquadradas em grandes tendências teórico-metodológicas que se estabeleceram ao longo dos últimos 20 anos (Schnetzler, 2002): resolução de problemas, relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), linguagem e comunicação em sala de aula, modelos e analogias, concepções espontâneas e conflito cognitivo, aulas experimentais e laboratoriais, uso de novas tecnologias na educação, etc. Estas propostas alternativas contribuíram de forma significativa para o aprimoramento da educação química.

Dentre essas tendências privilegiaremos neste trabalho a temática da resolução de problemas (RP). Consideramos que esta estratégia pode ajudar na promoção do conhecimento químico, proporcionando o desafio, a instigação, a criação, a decodificação de informações, etc. A RP sugere a estruturação de atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos que o educando deve resolver (Murphy, 1988 apud Borges, 1997). Esses problemas podem ser abertos ou fechados. Em uma investigação fechada os problemas, os procedimentos e os recursos são dados pelo professor, cabendo ao aluno a tarefa de tirar suas conclusões. Já em um problema aberto, cabe ao educando fazer toda a solução, desde a formulação do problema, interpretá-lo de uma forma suscetível à investigação; planejar o curso de suas ações, escolher os procedimentos, selecionar os equipamentos, preparar a

* Trabalho apoiado pela CAPES.

montagem experimental, fazer as medidas e observações necessárias; registrar os dados em tabelas e gráficos; interpretar os resultados e tirar suas conclusões (Borges, 1997).

As dificuldades cotidianas de professores e alunos no ensino de química podem ser trabalhadas através das discussões e implementações de propostas alternativas de ensino, como por exemplo, a RP. O objetivo deste trabalho, e da proposta de implementação, é viabilizar diversos recursos metodológicos, inclusive o uso do laboratório didático, de maneira a obter melhor qualidade no processo de ensinar e aprender o conhecimento químico.

Construção do conhecimento químico: aulas no laboratório

Ainda hoje há um grande debate sobre o ensino experimental de ciências, nos vários níveis de ensino (González, 1992). Uma polêmica de natureza filosófica refere-se ao indutivismo extremo, que privilegia observações e experimentações “livres” (não sujeitas a idéias apriorísticas) e que desconsidera o papel essencial da construção de hipóteses e de um corpo coerente de conhecimento - teorias - (Gil Pérez, 1996). Esta polêmica fomenta o debate que se refere às atividades que se propõe apenas a testar fenômenos cujos resultados são conhecidos, promovendo a comprovação de leis e teorias, o que ficou marcado no ensino tradicional e no ensino por redescoberta. Essa é principalmente uma característica das aulas tradicionais em que é muito comum a utilização de um roteiro fixo para o desenvolvimento de atividades laboratoriais. Apesar da grande importância atribuída à experimentação, o ensino de ciências é associado a situações livrescas e a pequenos trabalhos práticos. Esta visão indutivista é a base da orientação da aprendizagem por redescoberta (Idem, p. 895).

Outro elemento polêmico, este de natureza cognitiva, refere-se à adequação das atividades propostas às habilidades mínimas dos estudantes frente às atividades experimentais. Insausti (1997), discute aspectos relevantes nesse sentido e destaca que os estudantes não têm idéias claras sobre o que estão fazendo frente a um laboratório, tendo dificuldades em relacionar os conceitos e fenômenos dentro de um experimento. Eles não vêem a experimentação como processo de construção do conhecimento. Insausti também revela que na prática de laboratório o professor enfatiza inúmeras idéias ao mesmo tempo e acaba não considerando as diferentes estratégias cognitivas utilizadas pelos estudantes para lidar com vários conceitos simultaneamente. Desconsidera-se que os indivíduos, de uma maneira geral, têm dificuldades para manter várias entidades cognitivas distintas - problemas, projetos, tarefas - em sua “memória de trabalho” (Astolfi, 1992 apud Perrenoud, 2000, p 126). Além disso, Insausti (1997) alega que há uma sobrecarga de conceitos, em uma linguagem “cientificista”, que dificulta ainda mais a compreensão dos modelos teóricos. De forma semelhante, Scribner (1984, p. 21) ao tratar as habilidades cognitivas na resolução de problemas práticos (sócio-culturalmente situados) discute que soluções não literais requerem a montagem e a transformação de informações originais em representações que podem ser mapeadas por propriedades quantitativas de diferentes formas, o que normalmente não é propiciado nas atividades tradicionais de laboratório.

Outra polêmica está relacionada à prática pedagógica, referida ao espaço físico e condições materiais para a execução das atividades experimentais. Muitos professores quando questionados sobre a implementação das aulas laboratoriais argumentam que as escolas não têm um espaço apropriado e equipamentos para a realização dos experimentos. Entretanto, como argumenta Machado (1999), não é necessário um laboratório totalmente instalado para a realização de aulas experimentais, pode-se improvisar material, como também se podem confeccionar pequenos laboratórios portáteis que atendam às necessidades do professor. Outro argumento utilizado pelos professores para não utilização de atividades experimentais, relaciona-se à exigüidade do tempo escolar e à necessidade do cumprimento do currículo

mínimo (Campos e Silva, 1999). Eles alegam que não fazem a experimentação por não terem “tempo” e necessitam ocupá-lo com aulas teóricas. Essa postura geralmente é adotada por professores que utilizam o livro didático como única âncora de seu trabalho; este por sua vez não propõe atividades práticas e quando se referem a resultados experimentais, apresentam fatos isolados.

Alguns trabalhos (p. ex. Borges, 1997) revelam que há uma falta de clareza em como trabalhar, proceder, experimentar durante as práticas laboratoriais. Até mesmo em escolas que têm uma tradição de ensino experimental, observa-se que não há um exercício de explicitar e discutir os objetivos de tal ensino, assim o professor trabalha quase sempre com objetivos de ensino implícitos, confiando apenas na sua experiência anterior. Esta falta de clareza contribui para que os alunos entrem “cegos” no laboratório, eles não sabem realmente o que irão fazer e como realmente irão proceder.

Borges (1997, pp. 4-7) argumenta sobre alguns objetivos implícitos que os professores e os estudantes tradicionalmente associam ao laboratório de Ciências:

- i- *Verificação e comprovação de leis e teorias científicas.* Esse objetivo que nos parece equivocado faz que um experimento que não deu um resultado “esperado” seja refeito até que as expectativas sejam alcançadas, isso privilegia a assimilação e memorização de fórmulas e conceitos.
- ii- *Ensinar o método científico:* o laboratório pode proporcionar excelentes oportunidades de testagem de hipóteses e fenômenos particulares e para isso o professor deve programar as atividades de explicitação de diferentes hipóteses antes da realização dos experimentos. Essa é uma visão simplista do método científico que não permite estabelecer as diferenças entre experimentos com fins pedagógicos e a investigação empírica dos cientistas. Para romper com esse objetivo implícito seria necessária uma análise mais cuidadosa entre observação, experimento e teoria; encorajando uma discussão aberta das limitações e suposições que permeiam cada atividade no laboratório escolar.
- iii- *Facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos:* que envolve considerar as idéias prévias dos estudantes e a realização planejada e adequada das atividades. Esses objetivos, apesar de respaldados por orientações teóricas (p. ex. David Ausubel e Robert Gangé) não garantem o sucesso de uma atividade por experimentação.
- iv- *Ensinar habilidades práticas:* a aquisição de habilidades práticas e técnicas de laboratório é um objetivo importante. Investir nas chamadas técnicas de investigação, como repetir procedimentos para aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos pode ser eficaz, entretanto deve-se prever a diversificação dos instrumentos de coleta de informações e de formas de representação, como diagramas, esquemas, gráficos e tabelas, etc.

Esses objetivos implícitos revelam como o professor concebe as aulas de laboratório. Superar as visões simplistas em relação aos trabalhos práticos envolve superar o trabalho com objetivos fragmentados. O trabalho de forma articulada envolve que o professor esteja atento ao processo de construção-cognição, proporcionando a execução dos objetivos trabalhados em um laboratório didático.

Apesar de toda essa controvérsia não se pode negar que a experimentação tem um papel relevante na aprendizagem escolar. O laboratório parece ser fundamental no ensino de ciências e pensar em descartá-lo seria, na opinião de muitos (Hodson, 1994; Barbeará y Valdés, 1996; entre outros), destruir a Ciência em seu contexto. Nesse sentido, várias sugestões foram feitas procurando evitar a utilização de roteiros muito rígidos e conseqüente fragmentação do conhecimento. Essas metodologias alternativas propõem as aulas experimentais como uma alternativa para a melhoria do processo ensino-aprendizagem e

compreensão dos conteúdos desenvolvidos. Apresentaremos a seguir, de maneira não exaustiva, algumas dessas orientações.

Segundo Machado (1999) um trabalho experimental deve oportunizar situações de investigação aos alunos, deve ser bem planejado, desmistificando o trabalho científico e aproximando-se do universo de experiência do aluno. Além disso, é necessário encontrar maneiras de usar as atividades experimentais com propósitos mais coerentes e definidos. A efetividade destas atividades dependerá não somente do educador que mediará este processo, mas principalmente do educando que determinará o seu engajamento.

Por outra parte, González (1992), argumenta que as práticas de laboratório podem servir como um instrumento que favoreça questões fundamentais para a construção e o entendimento de conceitos. Essas atividades para serem frutíferas devem estar permeadas por 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.

As várias reflexões (p.ex. Zuliani e Ângelo, 2001a) em torno das propostas alternativas para a melhoria das aulas experimentais parecem ser consensuais em torno da orientação por uma melhor estruturação do laboratório de acordo com as necessidades do grupo e do planejamento da rotina do trabalho experimental - da escolha dos procedimentos, seleção dos equipamentos, preparação da montagem experimental, as observações, os registros, as interpretações dos resultados e as conclusões (Insausti, 1997).

Parece ser também, muito promissor o uso da tecnologia da informação - *internet*, simulações, *softwares* para a realização de experiências assistidas por computador, ferramentas de exploração, etc. (Lajus e Magnier, 1998) - para melhorar a compreensão das atividades experimentais. Esta alternativa não descarta o uso do laboratório convencional, mas servirá como um subsídio para a manipulação virtual dos dados de um experimento (Thornton, 1987 apud Borges, 1997).

A organização de uma proposta que trabalhe com estratégias e metodologias alternativas no ensino experimental (resolução de problemas, recursos tecnológicos, etc.) pode contribuir para a melhoria da compreensão de conceitos científicos. E neste trabalho, como discutiremos na próxima seção, propomos a RP como uma alternativa para o ensino experimental.

Resolução de problemas no ensino de ciências

Como argumentamos na seção anterior, o laboratório tradicional vem sendo criticado por pesquisadores e uma das principais críticas se refere à metodologia empregada nas aulas experimentais. Esta metodologia está estruturada em roteiros rígidos que descrevem passo a passo como o estudante deve proceder em um laboratório. Como apontamos, este tipo de trabalho não é eficaz no processo ensino e aprendizagem, por isso acreditamos que o trabalho com RP pode melhorar a compreensão dos conceitos científicos.

A resolução de problemas é tratada na literatura em ensino de ciências como uma metodologia adequada para estimular os estudantes a pensar e a criar (Pozo, 1998). Baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exigem dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento. O ensino baseado na resolução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes. Assim, segundo Pozo (Idem, p. 9) ensinar os alunos a resolver problemas significa habituá-los a encontrar por si mesmos repostas às perguntas que os

inquietam ou que eles precisam responder, ao invés de esperar uma resposta já elaborada por outros e transmitida pelo livro-texto ou pelo professor.

A metodologia da resolução de problemas é relativamente recente, somente nas últimas décadas os educadores passaram a utilizar a RP como uma metodologia eficaz para melhorar o processo ensino-aprendizagem. Uma revisão da literatura realizada por Costa e Moreira (1996, p. 177) indica que um problema pode ser caracterizado como diferentes situações que incluem desde um simples quebra-cabeça até situações problemáticas mais específicas envolvendo conhecimentos e habilidades particulares. Os dados apresentados nesta revisão revelam que as atividades de lápis e papel são as mais pesquisadas havendo um foco sobre as estratégias utilizadas por novatos e especialistas (Costa e Moreira, 1997a-b-c). Nesta revisão, os autores (Idem, 1997-a) também constatam que a maioria dos pesquisadores parece concordar que há diferenças entre problemas e exercícios e que os exercícios requerem mecanismos que conduzam de forma imediata às soluções. De qualquer forma, os trabalhos parecem apontar que tanto exercícios como problemas requerem a ativação de conhecimentos, procedimentos, atitudes e da motivação dos alunos.

O conceito de problema depende da área que está sendo analisada e das interpretações de cada pesquisador. Para Polya (1986 apud Pozo, 1998) o problema pode ser simples, apesar disso pode desafiar a curiosidade e por em jogo as faculdades inventivas. Para Lester (1983, apud Echeverría e Pozo, 1998, p. 15) um problema é “uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução”. Pozo e Postigo (1993), discutem que um problema é “uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização estratégica de técnicas já conhecidas”. Para alguns autores (Garret et al., Gil Pérez et al. apud Lopes, 1994, p.30) os problemas deveriam surgir como surgem os problemas para os cientistas, isto é, sem saber qual a resposta a que irão chegar, sendo necessário, perante eles, fazer reformulações e estratégias de abordagem que conduzam a possíveis soluções.

Resumidamente, problemas são desafios dotados de características que instigam a nossa capacidade de raciocínio e também que põe a prova a nossa capacidade de criar, de decodificar informações, de relacionar e planejar procedimentos adequados para a sua resolução. Para Pozo e Echeverría (1998, p. 14), “ensinar a resolver problemas não consiste apenas em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também em criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um *problema* para o qual deve ser encontrada uma resposta”.

Para trabalharmos com RP devemos levar em consideração o que alunos e professores pensam sobre problemas. A literatura mostra como estudantes e educadores definem esse tema. Para alguns estudantes, um problema é uma situação com dados que devem ser tratados com questões e fórmulas que devem ser interpretadas (Lopes, 1994). Resolver um problema significa encontrar os dados e as fórmulas adequadas, ou seja, “é uma situação específica, com dados específicos, para calcular alguma coisa também específica” (Idem, 1994, p.20). Segundo Lopes, a concepção de problema expressa pelos professores tem as mesmas características que foram identificadas na maioria dos alunos: é uma situação física muito específica com informações explicitadas, em que se chega a resultados claros ou inequívocos, ou seja, são respostas encontradas através de uma fórmula ou um conjunto de fórmulas devidamente articuladas, que os alunos devem conhecer antecipadamente (Idem, 1994, p.21).

Na perspectiva de mudar a situação atual de ensino em Ciências, é necessário haver uma mudança na maneira pela qual os educadores estão concebendo a RP. É necessário que haja uma mudança não só na definição de problemas, em sua estrutura, como também em seu papel no processo ensino e aprendizagem, no desenvolvimento e compreensão do que realmente é ensinar e aprender através da resolução de problemas. Como afirma Lopes (1994), a vivência de um processo de RP não só aumenta os saberes, como também

desenvolve algumas competências cognitivas como a capacidade de problematizar, formular, identificar, converter e de resolver problemas. Também gera outros processos como a formulação de hipóteses, o controle de variáveis, a criação de hábitos pertinentes para a resolução de alguma situação. Nesse contexto, a problematização é uma atividade que permite formular problemas. É neste momento que os estudantes podem participar ativamente do processo ensino e aprendizagem. Ela não ocorre apenas na fase inicial do estudo de determinados conceitos, mas em qualquer fase do seu desenvolvimento.

A metodologia de RP pode ser bem explorada nas diversas áreas do conhecimento, inclusive nas práticas de laboratório. Para isto, a experimentação não pode ser encarada como uma atividade complementar e ilustrativa da aprendizagem conceitual, característica do ensino tradicional. Para que a experimentação seja trabalhada como RP, ela necessita ser articulada como atividade geradora de conhecimentos. Do ponto de vista processual, como enfatiza Lopes (1994, p.79) o trabalho experimental, necessita como a RP, das seguintes tarefas: i - reformulação do problema, incluindo a formulação de hipóteses fundamentadas; ii - planejamento da experiência para a verificação das hipóteses; iii - execução da experiência, escolha de dados e registros de formas adequadas; iv - interpretação dos dados, tirando conclusões e tendo por referência o problema e as hipóteses formuladas; v – avaliação dos resultados e métodos usados, tendo por referência as hipóteses e a própria formulação do problema.

Para Lopes (1994, p.49), uma atividade experimental proposta em um manual escolar tradicional pode ser transformada em um problema, desde que se façam algumas modificações. Essas modificações devem iniciar pela retirada dos procedimentos e substituí-los pela formulação do problema que se quer resolver. Para ele, a atividade experimental pode ser uma parte da resolução de um problema, sendo imprescindíveis as discussões após as experimentações. Também revela que a atividade experimental não deve ser reduzida a um formato de questão, mas como atividade articuladora de novos conceitos.

A aprendizagem através da RP não é tarefa apenas do aluno. Tanto nas atividades de lápis e papel como nas experimentais é fundamental que o professor não resolva os problemas para os alunos e aceite as diferentes resoluções propostas para cada problema. O seu papel é o de mediador deste processo, deve estimular situações que propiciem uma aprendizagem através do pensar, do refletir, objetivando novos conceitos. Lopes (Idem, p.141) afirma que o professor deve assumir o papel de organizador, escolhendo situações adequadas para abordar conceitos e o maior número de capacidades; sugerindo aos alunos informações; selecionando e reformulando tarefas de acordo com a realidade dos alunos; encorajando-os; proporcionando contato com conceitos e promovendo a construção de novos conceitos; orientando pesquisas bibliográficas; adequando os problemas com uma linguagem clara; avaliando o processo e organizando o trabalho em sala de aula de maneira adequada.

A literatura também ressalta que um trabalho embasado na metodologia de RP só será eficiente quando os educandos estiverem motivados para a sua realização e quando os educadores tiverem por hábito trabalhar rotineiramente e não esporadicamente através da RP. Segundo Polya (apud Lopes, 1994, p. 61), “se o professor ajudar demais, nada restará ao aluno para fazer. O professor deve auxiliar, nem demais nem de menos, mas de tal modo que ao estudante caiba uma parcela razoável do trabalho”.

Nesta investigação os princípios encontrados na literatura sobre RP orientarão as atividades propostas e as análises que serão realizadas.

Implementação de estratégias de resolução de problemas no ensino de química

Este trabalho procura investigar a utilização da experimentação nas aulas de Química, através da metodologia de RP e sua contribuição na consolidação do conhecimento científico. A pesquisa será realizada por meio de atividades relacionadas ao conteúdo de ácidos e bases, em turmas de primeira série do Ensino Médio. Nossa opção por essa temática se deveu à constatação da quase inexistência de atividades experimentais relacionadas a esse conteúdo e vinculadas à metodologia de RP. Uma revisão em revistas nacionais e internacionais¹, livros didáticos tradicionais e propostas alternativas de ensino possibilitaram-nos uma melhor visualização de como o tema vem sendo pesquisado e da natureza das atividades propostas nos materiais didáticos.

Através da revisão bibliográfica em livros tradicionais (p. ex. Carvalho (1997), Feltre (2001), Reis (2001), Covre (2001), Peruzzo e Canto (2002)) podemos argumentar que nenhum deles sugere práticas laboratoriais a serem desenvolvidas através da RP. Inclusive, nesses materiais o conteúdo ácido-base é trabalhado apenas conceitualmente. A maioria das propostas alternativas de ensino², por outro lado, traz atividades experimentais, alguns deles usam temas geradores enquanto outros usam um roteiro de aulas abertas. De uma maneira geral não tratam os fatos de forma isolada, mas trabalham a visão química como um todo em construção, os aspectos conceituais são tratados de forma clara, o objetivo maior não é trabalhar com regras e nomenclaturas, mas promover a construção conjunta do conhecimento e discussão entre alunos e professores.

Esses livros alternativos são propostas fundamentadas em experimentos e atividades que se propõem a valorizar o trabalho em equipe, desenvolver a argumentação e o pensar dos alunos. Entretanto, no que se refere às atividades experimentais propostas para o conteúdo ácido-base, observamos que estes materiais não inovam e repetem os padrões dos livros mais tradicionais. Esses materiais propõem a utilização de indicadores ácido-base em diferentes substâncias (observação das cores), o teste de condutibilidade elétrica dos ácidos e das bases e da reação de neutralização entre um ácido e uma base; demonstram a combustão de enxofre e magnésio (formação de óxidos básicos e óxidos ácidos) e descrevem a preparação de indicadores naturais e a preparação da escala padrão de pH com indicadores naturais. Em outros conteúdos, entretanto, procuram trazer atividades inovadoras e orientadas para o desenvolvimento cognitivo do leitor (alunos e professores).

A revisão em artigos que abordam a temática ácido-base revelou-nos que esse conteúdo vem sendo trabalhado em todos os níveis de ensino e que parece haver uma grande preocupação dos pesquisadores em encontrar os reais motivos das dificuldades apresentadas pelos estudantes. Para que aja um melhor entendimento em como os alunos compreendem esse tema tem-se experimentado estratégias didáticas baseadas em um modelo de aprendizagem por investigação. Essas estratégias tem sido o fio condutor de vários trabalhos de pesquisa realizado, por exemplo, por Salcedo e Garcia (1997), como também por outros pesquisadores.

Investigações a respeito das idéias dos alunos sobre o conteúdo ácido-base têm revelado que os diversos termos relacionados a este conteúdo (ácido, base, acidez, basicidade, pH, etc.) são bastante comuns e corriqueiramente utilizados pelas pessoas. Devido a essa evidência, há pesquisadores que vem desenvolvendo um trabalho articulando esses conceitos nos níveis secundário e universitário com os meios de comunicação. Os pesquisadores

¹ O levantamento foi realizado nas revistas *Ensenanza de las Ciencias* (1983 a 2003), *Química Nova* (1995 e 1998 a 2002), *Química Nova na Escola* (1995 a 2002).

² Os materiais alternativos analisados foram Maldaner (1992); Maldaner e Zambiasi (1993); Ambrogi et al. (1987); GEPEQ (1996); Lufti (1988; 1992); Beltran e Ciscato (1991); Romanelli e Justi (1999); Lopes (1997); Krüger (1997) e Mortimer e Machado (2002).

acreditam que através da mídia (propaganda), ou seja, publicidade que se faz utilizando esse assunto é possível fazer um trabalho que articule informações cotidianas com informações escolares. Para isso, como diz Jiménez Liso et al. (2000) o uso da publicidade pode ser uma ferramenta didática utilizada no ensino do conteúdo ácido-base, já que é um tema bastante explorado pela propaganda.

Outros trabalhos investigativos tratam as dificuldades de ensino e aprendizagem, relacionadas há diferentes visões, sejam elas: epistemológicas, etimológicas e didáticas (Jiménez Liso e Manoel, 2002). Esses pesquisadores acreditam que o trabalho com as diferentes estratégias de ensino poderá contribuir para uma melhor compreensão em relação à temática ácido-base, por parte dos alunos. As estratégias, porém devem surgir após um estudo criterioso envolvendo a revisão histórica do conceito de neutralização; de seus aspectos etimológicos e epistemológicos; assim como da análise do conteúdo dos livros atuais. Por outro lado, outros pesquisadores como Chagas (2000), Terci e Rossi (2002) vêm manifestando interesse em trabalhar com os aspectos históricos e filosóficos da Química vinculadas às teorias ácido-base do século XX; eles acreditam que esses aspectos constituem as novas tendências do Ensino de Química.

Como vimos, a temática ácido-base pode ser trabalhada sob diferentes perspectivas, e inclusive, através do trabalho experimental. Vários grupos descrevem alguns resultados obtidos através de atividades experimentais (p. ex. Soares, Cavalheiro e Antunes 2001; GEPEQ, 1995; GEPEQ, 1988; Ferreira, 1996, Franchetti e Marconatto, 2001). A análise dos trabalhos parece indicar que o conteúdo ácido-base vem sendo pesquisado de maneira não exaustiva, e que os pesquisadores estão preocupados em desvelar o *por quê* de certas dificuldades apresentadas pelos estudantes nos diversos níveis de ensino.

Organização do trabalho experimental por RP

Neste trabalho, procuramos localizar alguns problemas que permeiam o ensino da química e estudar algumas propostas consistentes a respeito da experimentação e preparação de estratégias de ensino e aprendizagem vinculadas a RP. Para que isso se efetive estamos trabalhando na organização dessas atividades que serão realizadas da seguinte forma:

- i- Organização conceitual e motivação para a atividade: o professor de química da 1ª série do Ensino Médio fará um breve comentário a despeito do conteúdo (ácido-base);
- ii- Organização do trabalho, proposição dos problemas e estruturação da atividade prática: organização da turma em grupos de trabalho e proposição de um problema (Pr. NI) a ser solucionado pelos grupos. Os estudantes terão um tempo para levantar hipóteses, planejar possíveis soluções e experimentos que comprovem as suas hipóteses;
- iii- Execução da atividade prática: realização da prática em laboratório para verificar se as atividades propostas são suficientes para a resolução do problema;
- iv- Análise e comparação das diferentes soluções propostas: ao final da atividade prática que desencadeará a resolução do Pr.NI os grupos farão uma exposição aos demais grupos relatando as estratégias adotadas para a RP, os erros ocorridos e os resultados obtidos.

Os demais problemas (Pr.NII e Pr.NIII) deverão ser resolvidos nessa mesma seqüência didática. Essa seqüência metodológica é comparável àquela apresentada por Zuliani e Ângelo (2001b) descrita como: proposição do problema a ser investigado (tema); referencial teórico; proposta experimental; proposta de análise e interpretação de resultados.

Através dessa pesquisa utilizando a RP como estratégia metodológica para um trabalho experimental veremos o quanto a RP pode vir facilitar ou dificultar a construção dos

conceitos e fenômenos químicos. Como já apontamos, este trabalho abrangerá três problemas principais. A seguir, descreveremos os problemas propostos:

- ◆ Pr.NI - Identificação de substância ácidas e básicas.
“Diariamente nos deparamos com diversas substâncias. Você é capaz de citar substâncias com as quais lida em seu dia a dia?”.

Há substâncias muito comuns usadas em laboratório e no mundo cotidiano. Precisamos saber como reconhecê-las, quais são suas características e porque elas são substâncias químicas tão importantes. A conservação das concentrações destas substâncias dentro de certos limites em células de plantas e de animais é necessária para a sobrevivência dos organismos vivos. Quase todos os produtos de consumo que nos rodeiam fizeram uso destas substâncias no decorrer de sua fabricação. Como exemplos podemos citar: a aspirina que contém o ácido acetilsalisílico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{COOH}$), o gel para barbear que contém ácido palmítico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$), ácido acético (CH_3COOH), a máscara com argila para limpeza de pele oleosa, que contém hidróxido de cromo II ($\text{Cr}(\text{OH})_2$) e ácido cítrico ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{H}_2\text{O}$), os condicionadores e shampoos, que contém além do ácido cítrico o hidróxido de sódio (NaOH), o complexo de limpeza de pele, que contém ácido fosfórico (H_3PO_4) etc.

Diante desse conjunto de substâncias, como você procederia para identificá-las dentro do quadro apresentado pelo professor de funções inorgânicas, experimentalmente?

- ◆ Pr.NII - Aprofundando os conceitos de ácido e base, segundo algumas teorias científicas.
Algumas das experimentações realizadas no problema I geram novos problemas. Por exemplo, porque a amônia (NH_3), espécie que não possui hidroxila (OH^-) se comporta como uma base? Por que quando sentimos dor de estômago ou azia tomamos bicarbonato de sódio, ou um outro antiácido qualquer? Você possivelmente terá dificuldade em responder essa questão utilizando apenas os conhecimentos tratados até aqui, sugerimos que procure aprofundar seus conhecimentos teóricos antes de tentar resolver o problema.
- ◆ Pr.NIII - Trabalhando com reações de neutralização.
Muitas pessoas têm como problemas de saúde gastrite. Seus sintomas são diversos, o mais comum são as constantes azias. Sabe-se que algumas pessoas tomam certos medicamentos para amenizar tal sintoma. Quais são estes medicamentos? Qual a sua função Química? Como você explica o fato de ingerir o medicamento e amenizar a azia? Como você comprovaria experimentalmente?

Considerações finais

Neste trabalho abordamos aspectos teóricos do ensino experimental e da resolução de problemas procurando elaborar uma abordagem coerente e eficiente para o ensino de ácidos e bases no ensino médio. A revisão bibliográfica nos permitiu ter uma razoável compreensão sobre as diferentes correntes e pontos de vista relacionados à RP e ao ensino experimental. Nossas análises permitem apontar que várias deficiências tornam o ensino experimental tradicional pouco eficiente e que a RP pode contribuir para a estruturação das atividades práticas. As atividades propostas potencializam a interatividade dos estudantes com as atividades propostas, colocando em prática habilidades cognitivas (estruturação dos

problemas, construção de modelos mentais das situações problemáticas, extrapolação das situações, etc.), metacognitivas e sociais (trabalho em grupo, enculturação científica, etc.)

Referências bibliográficas

- AMBROGI, A. et al. Unidades Modulares de Química. São Paulo: Hamburg, 1987.
- BARBERÁ, O. VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de Las Ciencias**. v.14, n.3, p. 365-379, 1996.
- BELTRAN, N.; CISCATO, C. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991.
- BORGES, A. T. O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. In: Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 1997, Águas de Lindóia. **Anais**. Águas de Lindóia, 1997. p. 2-11.
- CAMPOS, R.C.; SILVA, R.C. Funções da Química Inorgânica. **Química Nova na Escola**. n.9, p.18-24, 1999.
- CARVALHO, G.C. de. **Química Moderna**. São Paulo: Scipione, 1997
- CHAGAS, A.P.O. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. **Química Nova**, v.23. n.1, p.126-133, 2000.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A Resolução de Problemas II: Propostas de Metodologias Didáticas. **Investigações em Ensino de ciências**. v. 2, n.1,1997a.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. **Investigações em Ensino de Ciências** v.1, n-2, 1996.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A Resolução de Problemas III: Fatores que Influenciam na Resolução de Problemas em Sala de Aula. **Investigações em Ensino de Ciências** v.2, n.2, 1997 b.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A Resolução de Problemas IV: Estratégias para Resolução de Problemas. **Investigações em Ensino de Ciências** v.2, n.3,1997 c.
- COVRE, G.J. **Química Total**. São Paulo: FTD, 2001.
- DRISCOLL, M. **Psychology of learning and instruction**. Boston: Allyn & Bacon, 1995.
- FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Moderna, 2001.
- FERREIRA, V.F. Aprendendo sobre os conceitos de ácido-base. **Química Nova na Escola**. n.4, p.35-36, 1996.
- FRANCHETTI, S.M.M; MARCONATO, J.C. Decomposição térmica do PVC e detecção do HCl utilizando um indicador ácido-base. **Química Nova na Escola**, n.14, p.40-42, 2001.
- GARCIA BARROS, S.; MARTINEZ LOSADA, M.C.; MONDELO ALONSO, M. El trabajo práctico: una intervencion para la formacion de profesores. **Enseñanza de Las Ciencias**, v.13, n. 2, p.203-9, 1995.
- GEPEQ. **Interações e Transformações I: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas**. São Paulo: USP, 1996.
- GEPEQ. Estudando o equilíbrio ácido-base. **Química Nova na Escola**., n.1, p.32-34, 1995.
- GEPEQ-IQ-USP. Sobre laboratório aberto. **Química Nova na Escola**. n.8, 1988.

- GIL-PÉREZ, D. New trends in science education. **Int. J. SCI. EDUC**, v.18, n.8, p.889-901, 1996.
- GONZALEZ, E. M. Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? **Enseñanzas de Las Ciencias**, v.10, n.2, p. 206-211, 1992.
- HODSON, D. Hacia Un Enfoque Más Crítico Del Trabajo DE Laboratorio. **Enseñanzas de Las Ciencias**, v.12, n.3. p.299-313, 1994.
- INSAUSTI, M. J. Análises De Los Trabajos Prácticos de Química General En un Curso de Universidad. **Enseñanzas de Las Ciencias**, v.15., n.1, p.123-130, 1997.
- JIMÉNEZ LISO, M. R; et al. La utilización del concepto de pH en la publicidad y su reacción com las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en lel aula. **Enseñanzas de Las Ciencias**, v.18., n.3, p. 451-461,2000.
- JIMENÉZ LISO, M.R.; MANUEL , T.E. de. LA neutralización ácido-base a debate. **Enseñanzas de Las Ciencias**, v.20., n.3, p.451-464,2002.
- KRÜGER, V. **Propostas para o Ensino de Química: Águas**. Verno Krüger e César V. Machado Lopes. Porto alegre: SE/CECIRS, 1997.
- LAJUS, P.S.; MAGNIER,R. S. **A escola na era da interne: os desafios do multimídia na educação**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.
- LOPES, L. V. M. **Proposta para o Ensino de Química: Poluição do ar e lixo**.César V. Machado Lopes e Verno Krüger. Porto alegre: SE/CECIRS, 1997.
- LOPES. B. J. **Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: LDA, 1994.
- LUFTI, M. **O cotidiano e educação em química**. Ijuí: UNIJUÍ, 1988.
- LUFTI, M. **O s ferrados e os cromados**. Ijuí: UNIJUÍ, 1992
- MACHADO, A.H. **Aula de Química, discurso e conhecimento**. Ijuí: Unijuí, 1999.
- MACHADO, J.R.C. **Considerações sobre o Ensino da Química**. Disponível em:<www.ufpa.br/eduquim/consideracoes.htm> Acesso em: 8 out.2002.
- MALDANER, O.A. **A Formação Inicial e continuada de Professores de Química**. Ijuí: Unijuí, 2000.
- MALDANER, O.A. **Química 1; construção de Conceitos Fundamentais**. Ijuí: Unijuí, 1992.
- MALDANER, O.A; ZAMBIASI, R. **Química 2; Consolidação de conceitos Fundamentais**. Ijuí: Unijuí, 1993.
- MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.
- MORTIMER, E. F, MACHADO, A. H. **Química para o ensino Médio**. São Paulo: Scipione,2002.
- PEQS. **Química na Sociedade**. Brasília:Universidade de Brasília, 2000.
- PERRENOUD, P. **Pedagogia Diferenciada: das intenções à ação**. Porto alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- PERUZZO, F.M.; CANTO, E. **Química: na abordagem do cotidiano**.2.ed. São Paulo: Moderna, 2002
- POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas**. Traduzido por Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciências, 1986.

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

REIS, M. **Completamente Química: Ciência Tecnologia e Sociedade**. São Paulo: FTD, 2001.

ROMANELLI, L. I; JUSTI, R S, da. **Aprendendo Química**. Ijuí: Unijuí, 1999.

ROWELL, J.A. e DAWSON, C.. Equilibration, conflict and instruction: A new class-oriented perspective. **European Journal of Science Education**, v.7, n.4, p. 331-344, 1985.

SALCEDO, T.L.E.; GARCIA, G.J.J. Los suelos em la enseñanza de la teoría ácido-base de Lewis. Uma estratégia didática de aprendizaje por investigación. . **Enseñanzas de Las Ciencias**, V.15., N.1, p.59-71, 1997.

SANTOS, M.E. Dimensão Epistemológica do Ensino de Ciências. Em Oliveira, M.T (coord) Didática da Biologia. Lisboa: Universidade Aberta, 1991.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí:Unijui, 1997.

SCHNETZLER, R. P., A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v.25, n.1, p.14-24, 2002.

SCRIBNER, S. Studyng working intelligence. In: Rogoff, B. and Lave, J. **Everyday cognition: its development in social context**. 1984. p. 9-40

SOARES, M.H.F.B; CAVALHEIRO, G.T.E; ANTUNES, P. A Aplicação de Extratos brutos de flores de quaresmeira e azaléia e casca de feijão preto em volumetria ácido-base. Um experimento para cursos de análise quantitativa. **Química Nova**, v.24, n.3, p.408-411, 2001.

TERCI, D.B.L.;ROSSI, AV. Indicadores Naturais de pH: Usar papel solução? **Química Nova**, v.5, n.4, p.684-688, 2002.

THARP, R; GALLIOMORE, R. **Rousing Minds to life: Teaching, Learning and Schooling in Social Context**. New York: Cambridge University Press, 1988.

ZULIANI, S.R.Q.A., ÂNGELO, A.C.D. 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, cap.5, p. 69-80, 2001a.**

ZULIANI, S.R.Q.A.; ÂNGELO, A.C.D. O querer aprender: aspectos relacionados ao conhecimento e controle do processo de aprendizagem num grupo de licenciatura em Física.. In: Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. Atas do V Congresso de Ciências humanas, Letras e Arte, 2001b.