

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO USP

Instituto de Química
Instituto de Física
Faculdade de Educação

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO
ENSINO MÉDIO – REFLEXÃO DE UM
GRUPO DE PROFESSORES A PARTIR
DO TEMA ELETROQUÍMICA**

VIVIANI ALVES DE LIMA

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Ensino e Ciências – Modalidade
Química, do Instituto de Física, do
Instituto de Química e Faculdade de
Educação da Universidade de São
Paulo, para obtenção do Título de
Mestre em Ensino de Ciências

Orientadora:
Profa. Dra. Maria Eunice R. Marcondes

São Paulo
2004

Aos meus Pais,
a Duty,
ao Jô,
a minha vó Norma,
e ao meu vô João (em memória)
pelo amor, pelo carinho, pela coragem
para enfrentar mais essa jornada.

Agradecimentos

À Profa. Maria Eunice pela orientação em todos os momentos;
às prof. Silvia e Simone pelas sugestões dadas na qualificação para a melhoria deste trabalho;
à minha AMIGA Luciane pela ajuda 'técnica', 'pelo ombro amigo' em todos os momentos das lamentações;
às AMIGAS Alê, Dê, Hebe, Isaura, Yvone, Zezé, Márcia, Miriam pelo ombro amigo e abraços encorajadores nos momentos mais difíceis;
aos amigos do GEPEQ, por aguentar o mau humor de vez em quando;
à "Nilzinha" pelo carinho e pela paciência, além do 'cafézinho';
às AMIGAS Lucinda, Dinaura, Vanice, e aos AMIGOS Eduardo, Tony, Marcelo, Fábio, Eri pelos momentos de angústias, alegrias e contratempos decorridos nessa jornada;
ao Júlio Lisbôa, ex-professor e atual amigo, que incentivou o início dessa nova jornada de trabalho, a pesquisa no ensino, desde o 1º ECODEQ em Goiânia;
à Maria Carmen de Paula Freitas, dirigente regional de ensino de Diadema, por permitir a realização desta pesquisa;
à Clélia Maria Siloto Rocha de Salles, diretora da escola a qual leciono e onde parte da pesquisa foi realizada;
aos AMIGOS do FILINTO pela atenção e cuidado em cada uma das visitas na escola nesse último ano;
aos professores que participaram do curso, pois sem eles essa pesquisa não aconteceria;

e principalmente a DEUS, pela vida e pela oportunidade de aprender.

Resumo

Este trabalho procurou conhecer como professores de Química da Rede Pública do Estado de São Paulo refletem sobre sua prática docente ao realizar e analisar atividades experimentais de caráter investigativo, e como propõem uma atividade experimental visando uma aprendizagem significativa, tendo como referência a experimentação como processo de construção e reconstrução do conhecimento. A investigação foi realizada através de um curso de atualização que teve como foco conceitos de eletroquímica.

Foi verificado que os professores apresentavam lacunas conceituais sobre esse conteúdo, sendo necessário o desenvolvimento de estratégias que pudessem suprir tais necessidades formativas, na tentativa de evitar a constituição de barreiras para a aceitação de uma proposta pedagógica pautada na construção do conhecimento.

Foram propostas atividades para que os professores analisassem situações concretas de ensino, tanto em âmbito conceitual como no operacional, que serviram de subsídios para o planejamento e aplicação de uma atividade de ensino em suas aulas.

Os resultados obtidos mostraram que alguns professores superaram algumas das dificuldades conceituais sobre eletroquímica apresentadas no início do curso. Em relação ao ensino experimental pode-se observar que a visão simplista apresentada pelos professores inicialmente foi se modificando de forma gradativa durante o curso, passando a compreender que as atividades experimentais podem auxiliar na formação de conceitos, desenvolver aspectos cognitivos e estabelecer um ambiente favorável à aprendizagem estimulando as interações aluno-aluno e aluno-professor.

Entretanto, tais idéias foram concretizadas em diferentes níveis no planejamento e na aplicação de uma atividade de ensino que os professores realizaram junto a seus alunos.

No contexto do curso foi importante a ação mediadora da pesquisadora tentando estabelecer conflitos nas concepções de ensino dos professores, bem como as interações entre os professores cursistas.

Pode-se inferir a necessidade de oportunidades para que o professor refletir sobre sua prática docente de forma a garantir a aprendizagem significativa para os alunos.

ABSTRACT

This research investigated how high school chemistry teachers of public schools of the State of São Paulo reflect about their own practice while teaching and analyzing investigative experimental activities carried on through a constructivist perspective. The way in which these teachers planned electrochemical experimental activities was also analyzed and investigated. The investigation was carried on an actualization course focusing electrochemistry concepts.

Due to conceptual difficulties presented by the teachers at the course begin, new strategies were planned attempting to supply these formative demands and to avoid resistances on the acceptance of a pedagogical proposal based on the construction of knowledge. The chosen activities offered the teachers the opportunity to analyze both conceptual and operational electrochemical classroom lessons, in order to facilitate the planning and the application of an electrochemical activity in their own classrooms.

The results indicate that the teachers overcame some electrochemical conceptual difficulties presented at the course begin. Along the course, the teachers also modified some aspects of their naïve way of looking upon experimental activities, and started to understand that chemical experiments could be a useful instrument to help the construction of concepts, to develop cognitive abilities and to establish a propitious and stimulant environment to learn and to promote classrooms interactions between teacher-student and student-student.

Meanwhile, it was stated that these ideas were presented in different degrees on the designed experimental plans implemented by the teachers in their high school classes.

It could be inferred that more opportunities to teachers to reflect about their own practices should be offered, in order to assure a mean full learning for their students.

ÍNDICE

1 – JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	03
2 – REFERENCIAIS TEÓRICOS	06
2.1 – O Ensino Experimental	06
2.1.1 – Aspecto Histórico	06
2.1.2 – Pesquisas sobre o Ensino Experimental	17
2.2 – O Ensino de Eletroquímica	29
3 – METODOLOGIA	39
3.1 – Elaboração do Curso	39
3.2 – Etapas do Curso	40
3.3 – Desenvolvimento do Curso	41
3.3.1 – Atividades Desenvolvidas no Curso	42
3.3.2 – Instrumentos Usados para Coleta de Dados da Pesquisa	46
4 – O PROFESSOR E O PROCESSO NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO	48
4.1 – Perfil dos Professores Cursistas	48
4.1.1 – Formação Acadêmica	48
4.1.2 – Tempo de Magistério	48
4.1.3 – Laboratório na Escola	49
4.1.4 – Idéias Iniciais dos Professores em Relação às Atividades Experimentais	50
4.1.5 – Formação Acadêmica e o Conhecimento Experimental	65
4.1.6 – Idéias Prévias sobre o Ensino de Eletroquímica	68
4.2 – Apresentação e Análise de Cada Encontro Realizado	71
4.2.1 – 1º Encontro	71
4.2.2 – 2º Encontro	72
4.2.3 – 3º Encontro	85
4.2.4 – 4º Encontro	89
4.2.5 – 5º Encontro	95
4.2.6 – 6º Encontro	101

4.2.7 – 7º Encontro	107
4.2.8 – 8º e 9º Encontros	112
4.2.9 – 10º Encontro	118
4.3 – O Caminhar dos Professores	129
4.3.1 – Como os Professores Refletem sobre a sua Prática Docente ao Serem Apresentadas Situações de Conflito	129
4.3.2 – Como os Professores Vivenciaram as Situações de Conflito a que Foram Submetidos	136
4.3.3 – Análise das Atividades Planejadas e Aplicadas pelos Professores em Sala de Aula	142
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	161
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
7 – BIBLIOGRAFIA UTILIZADA NA ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO CURSO	171
ANEXOS	

1 – JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A sociedade a cada século, a cada década, passa por alterações sociais, políticas e econômicas. Com isso, todos os setores ligados a ela também sofrem modificações; a educação é um deles e tem passado por muitas reformas que procuram responder às demandas educacionais referidas por um dado modelo de sociedade. Contudo, a cada mudança são colocadas algumas questões reflexivas em relação às condições de trabalho, à remuneração salarial, ao número de aulas, à demanda escolar, ao tempo de aula. De modo geral, a formação do profissional da educação, os professores, acaba sendo deixada para trás nestas reformas.

Os professores encaram as propostas de mudanças como algo hierárquico, ‘vem lá de cima’, no sentido de crítica, mas que deverão ser acatadas. Em alguns casos, os professores comentam que “*ah, PCN, eu já ouvi falar sobre isso...*”, talvez eles nem os tenham lido, e às vezes, os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) estão guardados a sete chaves nas escolas. Desse modo, dificilmente alguma proposta de mudança em que o professor não se sinta participante ou co-autor poderá ser aceita ou validada pela comunidade educacional.

Dentro da fração curricular correspondente às disciplinas, o ensino de Química ainda apresenta outras dificuldades. Os professores, de modo geral, alegam que não é possível ministrar uma boa aula, pois não realizam atividades práticas devido a falta de condições para executá-las, desde aspectos físicos (laboratório) até materiais (reagentes e vidrarias). Com isso, os professores relatam que os alunos não se interessam pelas aulas, pois “*não realizam na prática o que eles vêem na teoria*”¹.

Além disso, o conhecimento é transmitido pelo professor (‘dono da verdade’) não considerando os conhecimentos anteriores dos alunos (experiências vividas). O aluno deixa a responsabilidade de ensinar para o professor, não assumindo o compromisso de querer aprender. Ou ainda, o aluno não tem maturidade suficiente para assumir o seu compromisso quanto ao aprender, cabendo ao professor conduzir a aprendizagem do aluno.

Dessa forma, os professores de química, consideram as atividades práticas como uma válvula de escape para os problemas de desinteresse dos alunos. No entanto, a experimentação por si só não garante a aprendizagem.

¹ Citação de um dos professores envolvidos nesta pesquisa.

O uso da experimentação e do laboratório didático no ensino de Ciências, podendo ser estendido também para o ensino de Química, tem sido alvo de inúmeras pesquisas (Gonzales, 1992; Hodson, 1994; Garcia Barros et al, 1995; Watson et al, 1995; Gil Pérez e Valdés Castro, 1996). Entre as dificuldades e problemas detectados estão o uso de metodologias indutivistas, a realização de experimentos como um receituário, sem levar em conta os conceitos e conteúdos a serem abordados. Além disso, a visão científica que os professores empregam parece estar desvinculada da vida do estudante e da própria atividade da ciência. O aluno acaba criando mundos diferentes: o escolar (para satisfazer o professor) e o pessoal (dos seus próprios conhecimentos) (Zuliani e Ângelo, 2001).

Os professores, de modo geral, quando realizam atividades experimentais têm como objetivo verificar conceitos já lecionados. Assim, tais atividades são meramente coleta de dados, não sendo levada em conta a interpretação dos resultados, não tendo características de um processo investigativo e não fazendo aflorar alguns objetivos educacionais do processo cognitivo: “*conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar*” (Domin, 1999).

Dentre os diversos conteúdos vinculados à disciplina de Química, o escolhido para este estudo foi o de eletroquímica, por envolver conceitos abstratos abordados muitas vezes inadequadamente, podendo haver conflito com conceitos de Física. De maneira geral, esse conteúdo é de difícil compreensão por parte dos alunos.

Os professores, de modo geral, privilegiam a visão microscópica dos conteúdos de eletroquímica, deixando de estabelecer relações concretas entre o cotidiano e os modelos explicativos usados para ensinar tais conceitos. Isso dificulta a aprendizagem, pois os alunos apenas parecem memorizar os conceitos sem compreendê-los.

Muita atenção está sendo direcionada aos estudos sobre a diferenciação de problemas que requerem procedimentos algorítmicos para sua resolução daqueles que requerem um entendimento conceitual. Dentre estas pesquisas, conceitos de eletroquímica foram estudados e considerados difíceis para os estudantes (Niaz, 2002).

Tendo em vista a percepção simplista dos professores em relação às atividades experimentais, utilizadas com o objetivo de apenas verificar ou comprovar na prática os conceitos já trabalhados em sala de aula, e as dificuldades para se ensinar os conceitos de eletroquímica, esta pesquisa teve como objetivo, fazer com que os professores refletissem sobre a sua prática docente quanto ao ensino experimental (a realização, o desenvolvimento, a discussão e a conclusão das atividades práticas),

apresentando atividades que potencialmente pudessem causar desequilíbrios de suas crenças, e questionando suas concepções.

Assim, pode-se levantar duas questões:

Como os professores refletem sobre sua prática docente, ao realizar e analisar atividades experimentais de caráter investigativo?

Como os professores propõem uma atividade visando uma aprendizagem significativa, tendo como referência a experimentação como processo de construção ou reconstrução do conhecimento?

1.1 – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma proposta de curso de atualização para os professores de Química da Rede Pública de Ensino do Estado de São Paulo, procurando verificar como os professores vivenciariam o desenvolvimento de atividades experimentais planejadas para favorecer a formação de conceitos.

O curso buscou promover atividades que fossem diferenciadas do ensino tradicional, no qual, de modo geral, *“o professor se transforma em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro de texto”* (Carvalho e Gil-Pérez, 1993). A proposta foi o desenvolvimento de um ensino contextualizado, tendo como ponto de partida a experimentação, apresentando aos professores alternativas para o ensino de eletroquímica, para que, posteriormente, planejassem e aplicassem uma atividade em suas salas de aula.

Como *“a falta de conhecimentos científicos constitui a principal dificuldade para que os professores afetados se envolvam em atividades inovadoras”* (Carvalho e Gil-Pérez, 1993), no decorrer do curso, procurou-se dar fundamentos teóricos sobre alguns conteúdos de eletroquímica para que não se tornasse uma barreira para possíveis mudanças no processo de ensino-aprendizagem, já que alguns desses conteúdos são considerados difíceis e complexos tanto para alunos quanto para professores.

2 – REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 – O Ensino Experimental

2.1.1 – Aspectos Históricos

Sicca (1990) apresenta algumas considerações importantes sobre o enfoque dado ao ensino experimental no período de 1930 a 1984, usando como parâmetros documentos que referendavam as mudanças ocorridas nas reformas educacionais, entrevistas com professores, livros didáticos, materiais didáticos da Secretaria do Estado de São Paulo, entre outros. Com base nesses instrumentos buscava identificar os problemas existentes quanto à experimentação no ensino de química ‘nas escolas oficiais do 2º grau’. Tendo em vista esse trabalho, procurou-se dimensionar historicamente a questão do ensino experimental em Química, sendo apresentados a seguir os três períodos estudados pela autora e um quarto período organizado pelo próprio pesquisador:

1 – Período de 1930 a 1945

- *a partir de 1930*: os movimentos de inovação educacional incentivam a experimentação no ensino de Química;
- *em 1931*: ocorre a Reforma Francisco Campos no Ensino Médio: transformação do curso secundário com finalidade educativa e não apenas preparatório para os exames superiores;
- *Objetivos do ensino de Química na reforma*:

“O ensino de Química tem por fim proporcionar aos alunos o conhecimento da composição e da estrutura íntima dos corpos, das propriedades que delas decorrem e das leis que regem as suas transformações, orientando-o por um raciocínio lógico e científico de valor educativo e coordenando-o pelo interesse imediato da utilidade, com os domínios afins das ciências físicas e naturais e com as aplicações da vida quotidiana.”².

- *Instruções metodológicas da Reforma, propondo uma ‘inovação’*:

“ ‘O ensino de Química, para satisfazer à finalidade indicada, não se deve limitar à simples exposição de conhecimentos já adquiridos, numerosos e variados, mas restritos a casos

² Artigo 10 do Decreto 19.890, de 18 de abril de 1931, citado por Sicca, 1990, p. 31.

particulares, senão visar à sua solicitação constante dos alunos para os processos de investigação e da utilização mesmo de tais conhecimentos'. Para isso propõe que os alunos aprendam 'a perceber os fenômenos químicos', distinguindo-os 'de outros de origem correlata', estudem-os 'qualitativa e quantitativamente', 'convencendo-se pela observação e experimentação³, de que obedecem as leis certas e definidas; a classificar metodicamente os fatos assim verificados, relacionando-os com a composição e a estrutura íntima dos corpos, cujas propriedades precisam ser discutidas e comprovadas; a reconhecer ainda que tais propriedades dependem uma, da composição apenas, enquanto outras, antes resultam da estrutura íntima; a verificar, enfim, que os inúmeros corpos naturais derivam de um número reduzido de elementos primitivos...' »⁴.

- em 1932: lançamento do 'Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova' a favor da democratização e modernização do ensino e do sistema educacional;

- uso do laboratório:

"...o Estado tomou algumas providências para a realização das atividades experimentais por demonstrações através da contratação de preparadores para Física e Química, criação de taxas de laboratório a serem pagas pelos alunos e de critérios de avaliação de estabelecimento" (Sicca, 1990).

- em 1937: ocorre a instituição do Estado Novo por Getúlio Vargas, onde as lutas educacionais foram interrompidas;

- em 1942: ocorre a Reforma Capanema onde o ensino médio seria técnico ou acadêmico;

- *Instruções Metodológicas da Reforma:*

"...ao preceituar o desenvolvimento do espírito científico, considerava que o aluno deveria discutir e verificar, ver e fazer, deslocando assim a ação para o mesmo, visando tornar o ensino interessante e ativo." (Sicca, 1990).

"...sugere a solicitação dos alunos para os processos de investigação, propõe que o professor deva executar grande número de demonstrações deixando que os alunos realizem apenas pequeno número de experiências, sempre com o papel de verificação do conhecimento já adquirido, o que não condiz com as características da experimentação, citados na época" (Sicca, 1990).

- uso do laboratório:

³ Grifo do autor.

⁴ Artigo 10 do Decreto 19.890, de 18 de abril de 1931, citado por Sicca, 1990, p. 32.

“O Estado criou algumas condições que favoreciam a realização de demonstrações nas escolas secundárias. A maioria das escolas oficiais possuía laboratórios equipados, próprios para demonstrações, bem como mantinha preparadores para as aulas de Física e Química” (Sicca, 1990).

- em 1943: foram publicados os programas para o ensino de Química onde se introduziu o estudo das grandes teorias de Química e análise química;

- os livros didáticos:

“...os autores que se referem à experimentação, apresentam uma concepção semelhante que poderia ser deste modo expressa: experimentar é provocar artificialmente um fenômeno, visando a verificação de uma hipótese, para isto, deve-se variar as condições a fim de que se descubra tudo quanto influe sobre o fenômeno” (Sicca, 1990).

“...não se encontra nos livros analisados experiências de caráter investigativo...” (Sicca, 1990).

2 – Período de 1945 a 1964

- em 1946: criação do IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura) que lançou laboratórios portáteis (“kits”);

- em 1951: publicação das Instruções Metodológicas que apontavam a experimentação como eixo principal do ensino de Química, deslocando a ação do professor para o aluno, no sentido de torná-lo mais ativo;⁵

- por volta de 1960: estudo dos projetos americanos para o ensino de Química;

- nesse período a finalidade do laboratório caracterizava-se por:

“As experiências deveriam levar o aluno a redescobrir as leis e princípios fundamentais da Química, a partir da indução dos fatos, ou seja, o aluno deveria generalizar tendo como ponto de partida as observações” (Sicca, 1990).

*“...a escola deveria conter laboratório propriamente dito...o que permitiria a prática simultânea dos alunos divididos em turmas...”*⁶.

- Dificuldades para o uso do laboratório:

⁵ Instruções Metodológicas para execução do Programa de Química (Portaria nº. 1045 de 14 de dezembro de 1951, citado por Sicca, 1990, p. 58).

⁶ Condições naturais exigidas aos estabelecimentos de ensino secundário. D.O. de 16/6/52 – Suplemento nº. 133, seção 1. In: Legislação do ensino secundário. V. Nóbrega, citado por Sicca, 1990, p. 102.

“...os baixos salários do professor, a sua formação, a relação estabelecida entre o diretor de escola e o professor, a laboratórios não totalmente equipados” (Sicca, 1990).

- em 1961: promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e a Campanha de Defesa da Escola Pública;

- os livros didáticos:

“...embora trouxessem muitos roteiros de experiências, o faziam de forma a confirmar ou ilustrar conhecimentos já adquiridos, tendência já manifesta no período anterior” (Sicca, 1990).

3 – Período de 1964 a 1984

- *Revolução de 1964*: nesse período o panorama educacional apresentou um aumento da demanda social da educação, gerada principalmente pela pressão das camadas médias que a consideravam como a principal via de ascensão social;

- *Uso do laboratório*:

“...os argumentos a favor da experimentação do período anterior, mas, foi cada vez mais inculcada a necessidade da solução de problemas, do trabalho de laboratório, a formação de mini-cientistas. O uso das técnicas de descoberta ou de redescoberta indutiva para ensinar o conteúdo da Química foi defendido” (Sicca, 1990).

- *Dificuldades para o uso do laboratório*:

“...expansão quantitativa das escolas secundárias foram deterioradas as condições anteriores oferecidas para a realização da experimentação. Nem todas as escolas possuíam laboratórios equipados, os preparadores, aos poucos, deixaram de ser contratados, o número de aulas de Química foi diminuindo...” (Sicca, 1990).

- em 1965: promulgado o ‘Regime Interno do Estado de São Paulo’;⁷

“...manteve os preparadores para as aulas de Química e Física...” (Sicca, 1990).

“...as aulas de Química seriam obrigatórias...” (Sicca, 1990).

“Foram publicadas as sugestões para roteiro de Química, no sentido de orientar os professores, que agora tinham autonomia de elaborar os programas de ensino.” (Sicca, 1990).

- em 1969: demanda expansiva de alunos no ensino médio, aumento do número de escolas, decréscimo nos investimentos escolares;

⁷ Regime Interno dos Estabelecimentos de Ensino Secundário e Normal do Estado de São Paulo. Decreto n°. 45159 de 19 de agosto de 1965, citado por Sicca, 1990, p. 78.

- em 1971: promulgada a Lei nº. 5692/71 tendo como objetivo do 2º grau a formação integral do adolescente, propondo uma estrutura didático-pedagógica, apresentando um currículo pleno (educação geral e formação especial/habilitação profissional);
- em 1978: ampliação da oferta para a *‘Formação Profissionalizante Básica do Conselho Estadual de Educação e Desativação da Habilitação Profissional Básica do Conselho Federal de Educação da Rede Estadual’*; e o governo lança a *‘Proposta Curricular de Química – 2º Grau’* (São Paulo, 1978);

- *Proposta Curricular:*

“O ensino de Química no segundo grau visa a que os alunos possam compreender:

- a) as propriedades, a composição e as transformações dos materiais naturais e artificiais;*
- b) a estrutura dos materiais;*
- c) a interação da Química com o meio ambiente”* (São Paulo, 1978).

“Este trabalho contém, na sua maior parte, sugestões de atividades relacionadas com experimentos, com isto pretende-se enfatizar que:

- a) o conhecimento do fato tem grande importância na Química, principalmente na faixa etária em que os alunos se encontram;*
- b) muitas vezes, experimentos bem simples são suficientes para elucidar idéias básicas;*
- c) o trabalho de laboratório é essencial para o desenvolvimento do hábito de investigar e deve fazer parte integrante do planejamento do professor com participação ativa do aluno”* (São Paulo, 1978).

- *Subsídios para implementação da Proposta Curricular de Química para o 2º grau:* coletânea de atividades práticas a serem realizadas em laboratório;

- *os livros didáticos:*

“...tem transformado os alunos em meros receptores e os professores em meros transmissores do conhecimento; ao passo que ambos deveriam ser sujeitos de um processo interativo no qual o conhecimento fosse concebido como algo que está se construindo nos alunos, a partir das questões que os movem para isso e originadas inclusive fora das fronteiras da escola e dos livros didáticos” (Sicca, 1990).

4 – Período de 1984 a 1999

Em 1988, a Coordenadoria de estudos e Normas Pedagógicas Secretaria de Estado da Educação – São Paulo (CENP-SE-SP), lança a “Proposta Curricular para o Ensino de Química” (São Paulo, 1988), a qual, como citam seus autores, está baseada

em três pilares: o cotidiano, a experimentação e a história, seguindo as tendências do ensino de ciências que estão se consolidando nesse período.

A proposta define o papel da experimentação no ensino médio. A problemática do ensino experimental, a essa época, pode ser reconhecida pelas informações contidas nesse documento (São Paulo, 1988):

- em 1984: a CENP (Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas) promove encontros com professores representantes das Divisões de Ensino, com o objetivo de levar a reflexão sobre o ensino de Química, gerando as *‘Diretrizes para o Ensino de Química – 2º Grau’*;
- em 1985: foram realizados novos encontros, com mais professores, tendo como objetivo a discussão e aprofundamento das Diretrizes anteriores, elaborando-se os *‘Subsídios para o planejamento de Química -1986’*;
- em 1988: lançamento da primeira Proposta para o Ensino de Química, com base nas discussões anteriores e nas Diretrizes;
- *‘Proposta Curricular para o Ensino de Química do 2º grau’* traz alguns informes sobre a ideologia dos professores quanto a experimentação e proposta de como pode ser feito o uso deste recurso para as aulas:

“- a maioria dos professores não ministra aulas práticas embora as considere importantes e reivindique condições para aplicá-las;

- os livros didáticos, em sua maioria não propõem atividades práticas e quando o fazem é para ilustrar conceitos previamente desenvolvidos;

- os subsídios distribuídos pela CENP/SE, no fim da década de 70 e início da década de 80, contêm atividades práticas que realmente visam à redescoberta de conceitos;

- a opinião dos educadores acerca da experimentação no ensino de Ciências está dividida: por um lado, alguns criticam a ênfase dada à experimentação neste ensino, qualificando-a de cientificismo, por outro, há aqueles que criticam os que objetivam, para o ensino de Química do 2º grau, a formação de minicientistas, bem como a visão de método científico proposta até então, neste ensino.” (São Paulo, 1988).

“...outro grupo de educadores que considera importante, pois facilita a aprendizagem de conceitos, desperta o interesse do aluno pela Química, bem como possibilita a ele a compreensão da natureza experimental da ciência química.” (São Paulo, 1988).

“Quando propomos a experimentação, não pretendemos apenas que os alunos utilizem materiais de laboratório, adquiram habilidades, técnicas, nem tampouco redescubram os conceitos criados pelos cientistas quer seja através de atividades investigativas, quer seja

através da técnica da redescoberta. O que se prioriza é que o aluno entre em contato com fenômenos químicos e que tenha possibilidade de criar modelos explicativos para eles, através de suas observações, de seu sistema lógico, de sua linguagem” (São Paulo, 1988).

“Propomos que se criem oportunidades para que o aluno, ao entrar em contato com fenômenos químicos, formule explicações sobre eles através de seu sistema lógico e linguagem. Em seguida, que o professor incentive os diferentes grupos de alunos a discutirem essas explicações com a finalidade de identificar e entender melhor seus modelos. E no sentido de aproximá-los das explicações científicas mais aceitas atualmente, o professor deverá utilizar contra-exemplos, visões alternativas e até confrontar as idéias, o significado das palavras e, se necessário, destruir esses modelos por eles formulados. Finalmente, devemos criar oportunidades para que os alunos utilizem as novas idéias, conceitos em muitas outras situações” (São Paulo, 1988).

Outras duas edições desta proposta foram lançadas em 1992 e 1994, contendo as mesmas informações da edição de 1988.

- *Em 1999:* foram lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) como uma proposta de reforma curricular. Nesse documento é dada a ênfase à formação geral em oposição à formação específica, ao desenvolvimento de capacidades para pesquisa (busca, análise e seleção de informações para aprender, para criar, para formular), ao invés de simplesmente memorizar.

A reformulação curricular do Ensino Médio é decorrente da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei 9.394/96.

Em relação à área “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” pretendeu-se explicitar as habilidades básicas, as competências específicas, envolvendo as disciplinas de Biologia, de Física, de Química e de Matemática, buscando direcionar e organizar o conhecimento que os estudantes devem desenvolver no ensino médio, através da interdisciplinaridade e da contextualização.

Segundo os PCNEM a experimentação e suas atividades deverão apresentar:

“...função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Química. As atividades experimentais podem ser realizadas na sala de aula, por demonstração, em visitas e por outras modalidades. Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida, deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós atividade, visando à construção dos conceitos. Dessa forma, não se desvinculam ‘teoria’ e ‘laboratório’.” (Brasil, 1999b).

“...a experimentação, seja por demonstração, observação e manipulação de situações e equipamentos do cotidiano do aluno e até mesmo a laboratorial, deverá ser diferente da condução pela descoberta científica, fazendo com que o aluno perceba as formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, de observação, confronto, dúvida e de construção conceitual, permitindo à partir dos dados significativos, a verificação ou a proposta de hipóteses explicativas, realizando previsões de outras experiências não efetuadas.” (Brasil, 1999b).

“...considerar o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como controle de variáveis, tradução da informação de uma forma de comunicação para outra, como gráficos, tabelas, equações químicas, a elaboração de estratégias para a resolução de problemas, tomadas de decisão baseadas em análises de dados e valores, como integridade na comunicação dos dados, respeito às idéias dos colegas e às suas próprias e colaboração no trabalho coletivo” (Brasil, 1999b).

Analisando o exposto acima, é possível notar que a experimentação sempre foi apontada como algo primordial para o ensino de Química, estando presente em todas as Reformas Educacionais. Em alguns momentos, as escolas até apresentavam estrutura física e material, além de preparadores que auxiliavam os professores nas aulas experimentais, contratados pelo próprio Estado.

Apesar de os professores apontarem a experimentação como essencial para suas aulas, eles não executavam as atividades experimentais da maneira como eram propostas nas reformas. A Reforma Francisco Campos sugere que os alunos realizem as atividades práticas, mas quem as executa é o professor, na forma de demonstrações, com o objetivo de verificação do conhecimento. Já na Reforma Capanema, deslocou-se a ação do professor para o aluno, para torná-lo mais ativo, buscando desenvolver um espírito científico, visando formar mini-cientistas.

Na Reforma Francisco Campos havia um preparador para auxiliar as aulas práticas, sendo cobrada uma taxa de laboratório dos alunos. Na Reforma Capanema ainda existia o preparador, mas seu desempenho já não era o mesmo. Em ambas as reformas educacionais, os professores acabavam realizando apenas demonstrações.

Assim, percebe-se que mesmo quando os ideais dos professores estão vinculados aos objetivos apresentados pelas propostas em cada reforma, eles não incorporam tais alterações em suas ações, criando-se barreiras para a implementação de alguma proposta de reforma educacional.

Nas décadas de 60, 70 e início da década de 80, quando o ensino secundário passou a ter um caráter profissionalizante obrigatório, ocorreu uma expansão no número de escolas secundárias, porém o mesmo não aconteceu com os laboratórios equipados, disponibilidade de materiais e pessoal para preparar as aulas, tendo sido reduzido o número de aulas de Química a serem oferecidas. Os professores parecem não perceber sua responsabilidade no processo de decadência do ensino de Química em decorrência de suas próprias ações frente às reformas.

Os livros didáticos, de modo geral, nessas Reformas Educacionais, apresentavam a experimentação com a finalidade de colocar o aluno em contato com fenômenos químicos para verificar o que já havia sido estudado através de tópicos de Química Descritiva (Reforma Francisco Campos). As experiências seriam realizadas fora da sala de aula, em clubes de Ciências, depois do período normal de aula, e fora do programa oficial (Reforma Capanema). Em nenhum momento, os livros didáticos traziam os experimentos com um caráter investigativo. Pode-se notar que os materiais de apoio dos professores, os livros didáticos, ainda se mantêm nos padrões antigos, ou seja, a “base” de consulta do professor continua da mesma forma.

Na pesquisa realizada por Schnetzler (1981) foram analisados livros didáticos brasileiros, dirigidos ao ensino secundário de química de 1875 a 1975, com o intuito específico de verificar se o tratamento dado ao conhecimento químico por eles veiculado tem se caracterizado pela ausência da experimentação e de relação com a vida cotidiana, e pela ênfase na sua memorização. Os resultados do estudo mostraram que a presença da experimentação e da relação da Química com a vida cotidiana praticamente não se caracterizam como tendência dos livros didáticos analisados, dentre os vinte e oito livros, somente sete apresentaram experiências, sendo que apenas um destes apresentou experiências investigativas.

Quanto à Proposta Curricular lançada em 1978, vários esforços foram realizados para a sua implantação. Mesmo sendo apresentada uma metodologia diferenciada, os professores também não refletiram e incorporaram as mudanças da proposta, não sendo aplicada de forma integral.

No mesmo período em que a Proposta Curricular passa a vigorar, surgem alguns materiais didáticos com uma abordagem de ensino diferenciada dos padrões tradicionais, fazendo uso da experimentação como um recurso para a construção do conhecimento e não meramente comprobatório. A seguir são apresentadas algumas das propostas desses projetos de ensino:

Os experimentos utilizados nesse material, “Química: Dos experimentos às Teorias” (Esperidião e Lima, 1977), buscam incorporar a prática com a teoria, os conceitos químicos são apresentados à medida que sejam necessários para explicar melhor os fenômenos estudados. Se faz uso de atividades dirigidas, utilizando como recurso práticas de laboratório e textos que buscam auxiliar os estudantes na organização das idéias sobre o que está sendo estudado, para que eles próprios possam refletir e sintetizar os conceitos químicos desenvolvidos em cada unidade.

“A característica básica deste processo de ensino indutivo consiste em dar ao trabalho experimental um papel predominante, ao contrário do antigo ensino dedutivo, onde a teoria era o ator principal” (Esperidião e Lima, 1977).

No projeto “Unidades Modulares de Química para a escola do 2º. grau” (Ambrogi et al, 1980), os problemas são lançados através de atividades experimentais ou estas davam subsídios para resolver as questões colocadas em discussão. Os experimentos estão apresentados de forma a integrar a parte prática com a teoria, ou seja, as atividades experimentais fazem parte da construção do conhecimento e não tem a função apenas comprobatória.

“...procura fazer com que o aluno, a partir de suas experiências pessoais e análise de problemas relevantes atuais, adquira conceitos dessa ciência e desenvolva seu espírito crítico e capacidade de resolver problemas” (Ambrogi et al, 1980).

No projeto “Chemical Education Material Study – Química, Uma Ciência Experimental” (1972), as atividades experimentais são apresentadas de forma a desencadear as discussões posteriores em sala de aula, sendo o ponto de partida, para a construção do conhecimento. As atividades práticas não são executadas apenas como mera coleta de dados, há uma preocupação com o pré e pós-laboratório, podendo ser considerado um aspecto relevante para a organização das idéias dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

“...o estudante é freqüentemente enviado ao laboratório para investigar propriedades da natureza, antes mesmo que sejam tratadas em classe. Ele colige alguns fatos, isto é, adquire uma base experimental para entender os conceitos que o professor desenvolve em classe...”
(Chemical Education Material Study – Química: Uma Ciência Experimental, 1972).

As atividades experimentais no projeto “PROQUIM – Projeto de Ensino de Química para o 2º. grau” (Mason et al, 1986), apresentam um caráter investigativo, sendo lançado aos alunos algumas perguntas que serão respondidas através da execução de um experimento e da análise dos dados obtidos. A análise dos dados

normalmente é orientada por meio de questões que procuram facilitar a compreensão dos fenômenos observados para que os alunos possam construir suas conclusões sobre os conceitos abordados em cada uma das atividades experimentais propostas.

“Pretendemos que você (aluno) possa vivenciar o desafio de reconstruir o conhecimento químico, percorrendo algumas das etapas que levaram à organização desta ciência. Esperamos, assim, contribuir para a sua compreensão, do que é uma ciência experimental e, além disso, de como a química se insere em vários aspectos da vida atual” (Mason et al, 1986).

Os experimentos propostos no projeto “Interações e Transformações – Química para o 2. grau” (GEPEQ, 1994a), são um dos alicerces para que o estudante construa ou reconstrua os conceitos químicos apresentados a eles. Dessa forma, os experimentos têm caráter investigativo, que segundo os autores, favorecem uma aprendizagem significativa. Assim as atividades experimentais servem como uma ferramenta no processo de ensino-aprendizagem e não como mera comprovação de teorias.

(o projeto visa) *“...dar uma alternativa aos professores e alunos interessados em um ensino em que os conteúdos químicos estejam relacionados com o contexto social, e que sejam significativamente aprendidos, não apenas memorizados.”*

“As experiências propostas envolvem duas fases. A primeira consiste na aquisição de conceitos. O aluno é levado, por meio de questões sobre os dados experimentais, a formular generalizações. Na segunda fase, novas questões são levantadas, a partir das observações experimentais, cuja discussão depende da aquisição de um novo conceito químico, a ser obtido em atividade específica. Assim, a realização de um experimento gera atividades que podem ser não-experimentais” (GEPEQ, 1994b).

Porém parece que esses projetos de ensino também não foram incorporados e aplicados pelos professores, talvez por não se sentirem ainda suficientemente seguros e preparados cognitivamente para tal ação.

Em relação aos PCNEM o tempo ainda é muito curto para uma avaliação global na ação dos professores, tanto em relação a proposta de modo geral, bem como ao uso da experimentação.

Hoje, as condições das escolas públicas no estado de São Paulo para a realização de atividades práticas continuam precárias. Em algumas escolas existem laboratórios, mas não são utilizados, outras estão construindo-os somente agora, não há preparadores para auxiliar nas aulas experimentais, não há disponibilidade de

materiais e reagentes, o número de aulas na disciplina de Química é reduzido e há um número excessivo de alunos por classe. Estas dificuldades nas condições de trabalho refletem nos professores uma insegurança ao tentarem realizar atividades práticas junto a seus alunos.

2.1.2 – Pesquisas sobre o Ensino Experimental

Os professores, de modo geral, afirmam que a experimentação é essencial para o ensino de Química, porém alegam não ser possível realizar as atividades práticas devido à falta de estrutura física e material, enfatizando características de âmbito operacional.

Porém, Zanon e Silva (2000) revelam que os professores não apontam a carência em sua formação docente como outro fator prejudicial para o desenvolvimento das atividades práticas.

Já Garcia et al (1995), em um trabalho com professores em formação, destaca que esses professores apresentam como dificuldades concretas em ordem crescente, o número excessivo de alunos, a falta de material de campo e laboratório, a falta de formação docente e a escassez de bibliografia específica e atualizada. Em segundo plano, esses professores apontam outras dificuldades de caráter técnico, como horário específico para realização das atividades práticas, falta de tempo, falta de professor de apoio e maior coordenação do professorado.

Assim, pode-se notar que as dificuldades operacionais são parecidas tanto no âmbito dos professores que já atuam em sala de aula, como para os que ainda estão se formando, mas os que estão na ativa dificilmente comentam sobre a falta de formação adequada para a realização das atividades práticas.

Outro aspecto investigado diz respeito à maneira pela qual os professores realizam atividades práticas, pois, de modo geral, as executam como uma seqüência de uma receita de bolo, não buscando relacioná-las aos conteúdos e conceitos envolvidos na aula. Os alunos dificilmente fazem uma conexão dos objetivos da prática com os da sala de aula propriamente dita.

Algumas vezes os professores de ciências empregam aulas práticas sem uma razão ou sem pensar em seus objetivos, com base na crença fortemente mantida de que as atividades práticas são necessárias, importantes e características de um bom ensino (Miguens e Garrett, 1991).

As atividades experimentais muitas vezes são realizadas de forma isolada do contexto de ensino, sem que o professor se preocupe com a preparação de antes ou após a execução das atividades, reduzindo-as a mera repetição de técnicas, separando o fazer do pensar (GEPEQ, 1998).

Segundo Hodson (1988), algumas práticas do currículo contemporâneo são consideradas confusas, mal concebidas e com pouco valor educacional, pois não distinguem os papéis do trabalho prático, do trabalho laboratorial e os experimentos no ensino de Ciências.

Para ele, os experimentos em ciências são mais do que simples observações, são eventos projetados e bastante controlados, compondo um processo de etapas monitoradas e validadas pela comunidade, podendo servir de instrumento para construir e reconstruir teorias. O autor aponta que nem todas as teorias emergem de um processo de experimentação, admitindo-se geração de hipóteses, onde estas serão testadas rigorosamente e avaliadas racionalmente. Nos currículos escolares os experimentos tendem a ser reduzidos a um papel indutivo, apresentando falhas em relação à aprendizagem e desenvolvendo a idéia de que o experimento é uma parte da construção da teoria, ou seja, a teoria acaba sendo ditada pelos experimentos, seguindo sempre neste sentido.

Os professores, segundo Hodson (1988), deveriam levar ao conhecimento dos alunos, que a teoria e o experimento apresentam uma relação interativa e interdependente, em ambos sentidos como:

◆ da teoria para o experimento

- testar a adequação empírica da teoria e prover uma retrospectiva às proposições teóricas;
- guiar um desenvolvimento contínuo da teoria em direção à coerência e ao término.

◆ do experimento à teoria

- originar questões a serem investigadas, explicar e elucidar problemas;
- guiar projetos que respondam e resolvam as questões e os problemas propostos.

Hodson (1988) aponta que as atividades experimentais requerem perfis diferentes no que diz respeito a ensinar Ciências, ensinar fatos da Ciência e ensinar a fazer Ciências, dependendo da abordagem do processo de ensino-aprendizagem dada (por transmissão ou construtivismo), as atividades podem ser configuradas para dar

suporte a um modelo verificador da ciência (transmissão) ou para auxiliar o aluno a elaborar uma teoria pessoal (construtivismo).

Hodson (1988) cita que: *“O objetivo dos experimentos nas ciências da escola (diferente da ciência em si) não é auxiliar o concreto a se tornar abstrato, como os professores freqüentemente afirmam. Ou melhor, é dar ilustração concreta e representação das abstrações. Assim o trabalho laboratorial na escola deve ser usado para sustentar a exploração e manipulação de conceitos e fazer com que ele se manifeste, seja compreensível e útil. É exploração das idéias que constitui o processo de aprendizagem: o experimento apenas produz a evidência concreta de explorações conceituais posteriores.”*

Pode-se notar que aprender ciência não é simplesmente introduzir conceitos, mas levar os alunos a refletirem sobre os conceitos usando os experimentos como ferramenta para construção e reconstrução das idéias apresentadas pelos alunos.

Quanto a aprender fatos da ciência (Hodson, 1988) aponta que a visão do professor em relação à natureza da ciência poderá influenciar no tipo de atividades experimentais a serem propostas para seus alunos. Dependendo de sua visão, o professor poderá propor experimentos para comprovar a teoria, testar as previsões de uma teoria, conflitar as teorias existentes ou introduzir teorias a partir das idéias dos estudantes. Além disso, *“os currículos de ciências projetam uma visão distorcida da natureza da metodologia científica”*, devido à incoerência feita a *“relação existente entre a observação – experimento – teoria”*. Já o aprender a fazer ciência não é considerar a aprendizagem de métodos da ciência ou o desenvolvimento de perícias individuais, mas fazer uso de métodos e de processos para investigação dos fenômenos, solucionando problemas e suprimindo os interesses escolhidos pelos alunos, sendo o professor o agente da negociação.

O professor precisa ter em mente que as atividades de laboratório, seja por demonstração, experiência direta ou relato de experimentos, não deverá dispensar uma discussão conceitual, correndo o risco de desenvolver apenas habilidades manuais, às vezes cansativas. O professor necessita utilizar recurso do laboratório para desenvolver oportunidades de criação ou recriação do conhecimento por parte dos alunos.

Em outro trabalho, Hodson (1994) aponta que os professores apresentam objetivos bastante diferentes ao proporem atividades práticas, tais como para: *“motivar, mediante a estimulação e a diversão; ensinar técnicas de laboratório; intensificar a aprendizagem dos conhecimentos científicos; proporcionar uma idéia sobre o método científico*

e desenvolver habilidades em sua utilização; desenvolver determinadas 'atitudes científicas'...”.

Porém, o autor critica cada um desses objetivos apontados pelos professores, argumentando que:

◆ **motivação:** muitas vezes os alunos não aproveitam da mesma forma as atividades de laboratório. O aspecto que atrai interesse dos alunos diz respeito ao método de aprendizagem onde estão mais ativos, havendo maior interação com o professor e entre o alunado. Não é a possibilidade de realizar uma investigação que os atrai.

◆ **aquisição de habilidades:** referente a dois aspectos, a possibilidade de absorção de técnicas generalizadas e livres de conteúdos, acreditando serem transferidas e aplicadas a outras áreas do conhecimento e do cotidiano do aluno e outras que desenvolvem destrezas e técnicas básicas essenciais a futuros cientistas e técnicos. Mas, a aquisição ou não de técnicas, sejam quais forem, não pode ser considerada um obstáculo para o processo de aprendizagem através das atividades práticas;

◆ **aprender conhecimentos científicos e aprender métodos da ciência:** muitas vezes o trabalho prático tem se revelado contraproducente no que diz respeito à compreensão da metodologia científica. Os alunos adquirem uma imagem distorcida e incoerente da atividade científica.

◆ **atitudes científicas:** a prática da ciência exige enfoques, atitudes, idéias e procedimentos considerados essenciais, porém os alunos consideram que os cientistas adotam uma postura objetiva, livre de valores e isenta de preconceitos, que são imparciais e têm disposição em considerar outras idéias. Poucos alunos se sentem estimulados a agir de maneira científica na escola através das atividades de laboratório ou animados a seguir carreira científica, pois apresentam uma imagem estereotipada dos cientistas (afetuosos, sensíveis, divertidos, apaixonados), não considerando que possam ser cientistas;

◆ **o problema das interferências:** são feitas muitas solicitações aos estudantes, as quais podem se constituir em barreiras que dificultam a aprendizagem. Assim, por exemplo, são solicitadas: a compreensão do problema, do procedimento e da teoria

envolvida sobre o que está em estudo; a leitura e que sigam as instruções, a manipulação de equipamentos, a anotação e análise dos dados, chegando a conclusões. Os alunos podem se concentrar em poucos ou em apenas um aspecto do experimento, negligenciando os demais.

Assim, Hodson (1994) aponta que os professores concebem as atividades práticas, de forma “*irreflexiva, sendo o trabalho experimental sobreutilizado e infrautilizado*”. Sugere que o ensino experimental possa ser redirecionado considerando:

- ◆ a reconceituação do trabalho prático: os professores não devem fazer das atividades experimentais algo convencional, não devem encarar como extraordinário e nem considerar a execução como a descrição de um manual, como mera operação. As atividades experimentais devem ser planejadas para facilitar o desenvolvimento conceitual e gerar o interesse pela ciência. Há necessidade de elaborar novos currículos que assegurem a aprendizagem dos alunos, através da redefinição e reorientação dos conceitos práticos dos professores;
- ◆ a aprendizagem da ciência: os professores deveriam dar tempo aos alunos para que eles construam seus próprios conhecimentos de forma a ter significado, apresentem experimentos que possam explorar, desenvolver e modificar as idéias dos estudantes;
- ◆ menos prática e mais reflexão: os professores devem agir para que os alunos estabeleçam uma relação entre as atividades práticas e o tema em estudo. As atividades devem ser orientadas para a reflexão e compreensão dos conteúdos conceituais e de procedimentos.

As atividades práticas podem motivar os alunos, promover a aquisição de técnicas, integrar os conhecimentos científicos com os métodos e as atitudes científicas. Podem também, apresentar obstáculos que dificultam a aprendizagem, ignorando o significado da construção do conhecimento pessoal. Os experimentos por si só, não garantem a aprendizagem, vários aspectos em conjunto devem ser levados em conta quando se deseja utilizar as atividades de laboratório como um possível instrumento na construção do conhecimento. É necessário que os professores reflitam

sobre o papel da experimentação no ensino de Química, buscando possibilidades para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Já Domin (1999) faz uma revisão da literatura sobre os estilos de práticas de laboratório, sendo apresentados quatro estilos: expositivo, investigativo, descoberta e baseado em problemas.

O estilo mais comum usado para as atividades de laboratório tem sido o expositivo, também conhecido como de verificação ou tradicional, na qual o aluno faz aquilo que o instrutor (professor) determinar, pois ele define o que é para ser estudado, comanda a investigação e dirige a ação do aluno. Os alunos acabam repetindo aquilo que o professor solicitou e realizando comparações dos resultados obtidos com os pré-determinados pelo professor. O mesmo autor também relata que as atividades do tipo expositivas são seqüências específicas, como uma “receita de bolo” para coleta de dados, sem se preocupar muito com a interpretação dos mesmos. Tais atividades de laboratório são criticadas, sendo consideradas não efetivas para propiciar uma mudança conceitual, não caracterizando uma representação realista da experimentação científica. Domin (1999) ainda cita Tobin⁸:

“Embora os professores pareçam dar valor as atividades de laboratório, eles não a implantam de modo a facilitar o tipo de aprendizagem planejada...Na maioria dos casos, o laboratório por investigação tem a intenção de confirmar algo que já tenha sido dado na aula expositiva. Os alunos devem seguir uma receita para chegar a uma conclusão pré-determinada. Como consequência, a demanda cognitiva tende a ser baixa.”.

No estilo investigativo, as atividades propostas requerem dos estudantes: formular um problema, estabelecer os objetivos, prever os resultados, identificar os procedimentos e resolver a investigação proposta. Através desse processo de elaboração de planos, aspectos intelectuais e pedagógicos são interrelacionados (Domin, 1999).

O estilo descoberta (investigação guiada) difere da aprendizagem investigativa (investigação aberta) no que diz respeito às instruções para a obtenção dos resultados e os procedimentos a serem seguidos. Enquanto na abordagem investigativa os resultados são desconhecidos por ambos, o professor e o estudante, no ambiente de aprendizagem por descoberta, o professor guia os estudantes na direção da

⁸ TOBIN, K. *Eur. J. Sci. Educ.* 1987, 8, 199-211.

descoberta dos resultados. Para isso, são dadas aos estudantes sugestões sobre o que poderiam fazer.

No último estilo apontado pelo autor, o currículo está baseado em problemas, os métodos de resolução dos problemas são considerados secundários em relação ao problema em si. Nesse estilo, é apresentado aos estudantes um problema aberto muitas vezes com falta de informações, cabendo a eles redefinir o problema com suas próprias palavras e elaborar um procedimento para chegar à resolução, estabelecendo, portanto, as metas a serem alcançadas. Porém, os problemas a serem propostos pelo professor devem ser simples. Os estudantes neste estilo devem aplicar seus conhecimentos para propor um caminho para a resolução do problema; o que requer que eles pensem sobre o que eles estão fazendo e porque o fazem.

O autor ainda faz uma comparação entre os estilos, apontando que nos estilos descoberta, investigativo e baseado em problemas, a aprendizagem consome tempo e que requerem grande demanda do professor como também do estudante quando comparado ao estilo tradicional. O estilo investigativo fomenta o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordens superiores através da implementação e avaliação das generalizações dos procedimentos dadas pelos estudantes. Já o estilo baseado em problemas é considerado a aplicação de uma abordagem dedutiva, os estudantes têm que ter tido contato com os conceitos antes da realização dos experimentos.

Domin (1999) aponta que, apesar desses estilos de práticas apresentarem muitas comunalidades, cada um pode ser diferenciado através de três características: os resultados, a abordagem e o procedimento. Os resultados, nos estilos expositivo, por descoberta e baseado em problemas são determinados antecipadamente, porém no estilo investigativo estes não são determinados; a abordagem dedutiva é seguida no estilo expositivo e no baseado em problemas e a indutiva nos demais estilos (investigativo e por descoberta); os procedimentos são cedidos aos estudantes no estilo expositivo e por descoberta, já os mesmos são gerados pelos estudantes, no estilo investigativo e no baseado em problemas. Tais características podem levar a diferentes resultados de aprendizagem. O autor recomenda que mais pesquisas sejam realizadas procurando investigar quais destes estilos melhor promovem: o entendimento de conceitos, habilidades cognitivas complexas, atitudes perante a ciência etc.

Considerando-se as análises apresentadas pelo autor pode-se argumentar que se torna mais cômoda a aplicação de atividades experimentais no estilo expositivo por

requerer do professor um envolvimento superficial e não exigir do aluno habilidades cognitivas complexas.

Em pesquisa realizada com professores, Montes e Rockley (2002) verificaram que eram na maioria das vezes, utilizados experimentos através de uma abordagem de verificação e raramente eram empregados experimentos baseados em questionamentos, quer em nível universitário, quer em escolas secundárias. Os professores ainda apontam as vantagens dos experimentos por verificação, tanto para eles como para os alunos. As vantagens apontadas para os professores são: *“facilidade quanto ao tempo, ao preparo, à correção, à sala de aula grande, à supervisão, a ajudar os alunos com problemas; são menos controversas, todos fazem as mesmas coisas, alta probabilidade de sucesso, o instrutor conhece os resultados, conhece a expectativa dos estudantes”* (Montes e Rockley, 2002). E as vantagens para os estudantes, segundo os professores, são: *“os estudantes aprendem técnicas, a usar equipamentos, a seguir direções e as atividades são relevantes para as aulas expositivas”*. Também são relatadas pelos professores algumas desvantagens para os alunos, tais como: *“é chato, não há flexibilidade, não há individualidade, não ocorre exploração, os alunos são mentalmente passivos, apenas aprendem o que é necessário e não são estimulados a descobrirem, a trabalharem com resultados imprevistos, todas as expectativas são as mesmas, não requer criatividade, nem habilidades em resolver problemas, facilmente manipulam dados e copiam”* (Montes e Rockley, 2002).

Estes mesmos autores relatam que os professores estão ansiosos para aprender abordagens diferentes para o ensino de laboratório. Através de discussões os professores foram encorajados a pensar sobre os objetivos do ensino experimental. Os professores perceberam que o laboratório pode ser um ambiente de aprendizagem muito mais rico para os estudantes, no qual podem aprender o que significa fazer ciência.

Pode-se notar nessas pesquisas que os professores, de modo geral, têm noção da potencialidade das atividades de laboratório, porém apenas as executam para verificar conceitos já dados em sala de aula, mesmo sabendo das limitações desse tipo de abordagem para a aprendizagem dos alunos, ou seja, não poderão refletir, questionar, criar, explorar e elaborar, sobre a prática realizada; apenas devolverão ao professor aquilo que ele espera, pois tudo já foi previsto e pré-determinado por ele mesmo, não necessitando de muitos cuidados e preparos.

Watson, Prieto e Dillon (1995) investigaram o efeito das atividades experimentais no entendimento do conceito de combustão de estudantes de 14 e 15 anos, concluindo que o uso mais intenso de trabalhos experimentais teve um efeito pequeno no entendimento dos estudantes.

Assim, parece não ser suficiente a realização das atividades práticas, é necessário que essas sejam direcionadas de forma a criar possibilidades para que o aluno construa e reconstrua seu conhecimento.

A construção do conhecimento científico apresenta exigências metodológicas e epistemológicas. Nesse sentido, várias propostas concretas estão sendo apresentadas, procurando dar às atividades experimentais um caráter investigativo (Gil Pérez e Valdés Castro, 1996).

Gil Pérez e Valdés Castro (1996) relatam 10 aspectos a serem considerados para que possam ser realizadas atividades com caráter investigativo. Os autores fazem algumas considerações para a proposição desses aspectos: a matemática deve ser vista como um instrumento de investigação (não apenas passos operativos); deve ser dada atenção à atualização dos conhecimentos considerados como pré-requisito para a fundamentação de hipóteses; as hipóteses devem ser cuidadosamente operacionalizadas, de forma que os alunos tomem decisões e controlem variáveis; deve-se incorporar a tecnologia procurando favorecer uma visão mais correta das atividades científico-técnicas contemporâneas; deve ser dada atenção aos conflitos entre os resultados dos experimentos e as concepções iniciais, de maneira a facilitar as mudanças conceituais. Os 10 aspectos mencionados são:⁹

- 1) *“Apresentar situações problemáticas abertas em níveis de dificuldade adequados a zona de desenvolvimento potencial do estudante, para que ele possa tomar decisões e transformar os problemas abertos em precisos;*
- 2) *favorecer ao estudante reflexões relevantes que possibilitem o interesse pela situação proposta, dando sentido ao que está sendo estudado e evitando a descontextualização;*
- 3) *potencializar análises qualitativas, que ajudem na compreensão e na demarcação das situações traçadas e formular perguntas operativas sobre o que está se buscando;*
- 4) *estabelecer a emissão de hipóteses como atividade central da investigação científica, suscetível de orientações, tornando explícitas as pré-concepções dos estudantes;*

⁹ grifos dos autores, Gil Pérez e Valdés Castro.

- 5) *dar importância à elaboração de um plano, sendo as atividades experimentais propostas pelos próprios estudantes;*
- 6) *estabelecer análises detalhada dos resultados, baseadas no corpo de conhecimentos disponíveis, nas hipóteses apresentadas e nos resultados de outras equipes;*
- 7) *traçar considerações sobre as possíveis perspectivas, replanejando o estudo a outro nível de complexidade;*
- 8) *exigir esforços de integração considerando a contribuição do estudo realizado na construção de conhecimentos coerentes e possíveis implicações em outros campos;*
- 9) *dar importância à elaboração de memórias científicas, refletindo o trabalho realizado e podendo servir de base, para ressaltar o papel da comunicação e dos debates nas atividades científicas;*
- 10) *potencializar dimensões coletivas de trabalho científico, facilitando a interação entre as equipes e a comunidade científica”.*

Os aspectos apontados pelos autores como possíveis diretrizes para a elaboração de atividades de caráter investigativo apresentam peculiaridades entre si e alguns pontos difíceis de serem atingidos. Pode-se considerar que os seis primeiros estão baseados na investigação, no conteúdo e no desenvolvimento de competências, sendo que esses talvez possam ser contemplados quando um professor tenta elaborar um plano de aula com características investigativas, mas poderá encontrar algumas dificuldades ao tentar estabelecer as inter-relações entre esses itens especificamente, pois, de modo geral, os professores não estão acostumados a investigar ou a problematizar conteúdos, apenas verificam ou comprovam os conceitos dados ou supostamente aprendidos em sala de aula. Os aspectos 9 e 10 correspondem a comunicação, ou seja, estabelecer as relações entre os conhecimentos anteriores e atuais para que se possa validar os futuros, mas para isso cabe ao professor exercer esse papel de mediador, pois sem o auxílio do professor, poderá ser uma tarefa difícil para os estudantes realizarem essa articulação de conhecimentos. Os aspectos 7 e 8 parecem ser os mais exigentes, pois exigem um nível de complexidade maior, porque requer um contexto interdisciplinar, não quer dizer que isso não seja possível de ser realizado, mas os professores não estão habituados a planejar pensando em algo além do seu próprio conteúdo.

Por isso, os objetivos ao se planejar uma atividade de caráter investigativo devem estar muito bem determinados e plausíveis para que possam ser realmente

atingidos, não basta apenas serem citados, eles devem ser legíveis para que possam ser compreendidos tanto pelos alunos como pelo próprio professor.

Portanto, o desenvolvimento de atividades investigativas requer o estabelecimento de uma relação de interesse entre a realização das atividades e o momento que está sendo estudado, para que haja maior aceitação e envolvimento dos alunos. O desenrolar das atividades requer o trabalho em equipe e entre elas, para que sejam elaboradas hipóteses, e se chegue a uma conclusão depois de algumas reflexões coletivas.

Assim, o professor deverá se dedicar muito mais no planejamento da atividade do que o simples preparo do laboratório, no aspecto operacional, preocupando-se também com o encaminhamento das aulas para tentar desenvolver as habilidades cognitivas dos alunos.

González (1992) aponta que vários trabalhos têm sido realizados sobre propostas renovadoras para o desenvolvimento de atividades de laboratório, cujos resultados parecem contraditórios. Algumas dessas propostas apresentam aspectos positivos em relação à aprendizagem de habilidades e a motivação, porém os avanços são menores no que diz respeito aos aspectos conceitual e metodológico.

Quanto às propostas renovadoras, o mesmo autor caracteriza um fio condutor, qual seja as relações que podem ser estabelecidas entre esses trabalhos de laboratório e o processo de produção científica. Apresenta 4 grupos de propostas:

- 1) *“Atividades a-teóricas: destinadas a melhorar as habilidades práticas e os conhecimentos técnicos para que sejam desvinculadas, parcialmente ou totalmente, de um volume teórico e de problemas delineados.*
- 2) *Desenvolvimento de recursos (humanos, materiais e didáticos): atividades destinadas a preparar e a melhorar os elementos que integram a prática (equipamentos de baixo custo, formação específica dos professores para o ensino de laboratório).*
- 3) *Aplicações novas ou problemáticas: referentes a uma nova maneira de procurar solucionar utilizando os conteúdos dados na teoria.*
- 4) *Pequenas investigações dirigidas: tentativas de aproximar os trabalhos práticos a tarefas de investigação, reproduzindo o processo de descobrir da forma como é feita a ciência”* (González, 1992).

Analisando o grupo de propostas apresentadas pelo autor, pode-se considerar pelo menos duas maneiras de se conduzir uma atividade de laboratório, uma tendo como foco a melhoria das habilidades práticas (desconsiderando a relação direta entre

a teoria e a prática) e outra com caráter de 'resolução de problemas', na qual o professor deverá ter um conhecimento maior a respeito do assunto a ser desenvolvido em sala de aula, sendo capaz de integrar o cotidiano, a tecnologia e o conhecimento do aluno. No ensino médio, não parece significativo o desenvolvimento de habilidades técnicas, pois o que se visa é a formação geral do aluno e não sua especialização. Além disso, o próprio autor aponta que o desenvolvimento de atividades experimentais desconectadas da teoria poderá gerar problemas, transmitindo uma falsa imagem da ciência para os alunos. Para o encaminhamento de atividades tendo em vista a 'resolução de problemas', a dificuldade maior vem do próprio professor, pois muitas vezes não estão preparados de forma adequada para desenvolver esse tipo de proposta de ensino.

Cabe ressaltar ainda, que o próprio autor aponta que possíveis deficiências na formação docente podem desestruturar qualquer proposta de melhoria de ensino. Assim como propor mudanças para o desenvolvimento de atividades se o modelo de ensino vivenciado pelo professor em sua formação não corresponde ao que é exigido dele hoje, na elaboração e na aplicação das atividades de laboratório, ou seja, há uma incoerência entre o que se foi aprendido (na faculdade) e o que é ensinado (na escola para os alunos).

A elaboração e aplicação de pequenas investigações dirigidas, como menciona o autor, poderão permitir a aproximação dos trabalhos práticos com as tarefas de investigação, porém, não se deve considerar que esteja sendo formado um mini-cientista. Deve-se considerar que a abordagem dada à Ciência no âmbito escolar é diferente daquela adotada pelo cientista, dessa forma, o aluno não pode reproduzir o caminho da Ciência realizado pelos cientistas.

De modo geral, os professores deveriam ter em mente qual o seu real papel no sistema educacional, simplesmente como mero transmissor dos conteúdos dos livros didáticos ou como mediador das idéias e hipóteses apresentadas pelos alunos para que possam construir ou reconstruir seus conhecimentos através de suas próprias idéias, podendo ser utilizado atividades de laboratório como um recurso para promover essa possível mudança conceitual nos alunos. Para que os alunos possam construir ou reconstruir os conceitos a partir de suas idéias, não bastam apenas boas condições materiais de trabalho; é necessário ainda, que o professor reflita sobre suas concepções sobre o papel das atividades experimentais no ensino de Química para que estas sirvam realmente de instrumentos de trabalho para a melhoria da qualidade

do ensino e da aprendizagem e não mero atrativo para os alunos. Mas, tais reflexões somente poderão ser realizadas se for dado ao professor a oportunidade de realizar atividades experimentais que estabeleçam um conflito em suas concepções sobre laboratório para que ele próprio passe a considerar outras possibilidades. Caso contrário poderá continuar acreditando que as atividades servem apenas para comprovar a teoria na pratica ou como um atrativo para os alunos.

2.2 – Ensino de Eletroquímica

Muitos dos conceitos envolvidos no ensino de eletroquímica são de difícil compreensão para os estudantes, pois requerem a elaboração de modelos explicativos para seu entendimento e a representação através da linguagem própria da química (equação química de óxido-redução, células eletrolíticas, células galvânicas etc).

Muitas pesquisas têm sido realizadas com estudantes dos níveis médio e superior procurando conhecer as dificuldades conceituais desses estudantes frente a alguns dos conceitos de eletroquímica (Bueso et al, 1998; Garnett e Treadgust, 1992a e b; Ogude e Bradley, 1994; Posada, 1997; Sanger e Greenbowe, 1997a e b; Huddle et al, 2000; Niaz, 2002, Özkaya, 2002; entre outros) e apresentar sugestões e propostas para o ensino desse assunto.

Bueso et al (1998) realizaram um estudo com alunos que concluíram o ensino médio e que ingressaram no ensino superior, buscando verificar se os mesmos compreendiam as reações de óxido-redução como um processo de intercâmbio eletrônico entre as espécies químicas. Nesse estudo foram aplicadas questões abertas e de múltipla escolha com o objetivo de verificar o conhecimento dos estudantes sobre reações de óxido-redução tanto em nível fenomenológico quanto em nível conceitual. As questões abrangeram desde a exemplificação dos conceitos de oxidação e redução, a atribuição de massa e volume ao oxigênio do ar no processo de oxidação do ferro até a interpretação da reação de síntese do cloreto de zinco através da representação iônica.

Os resultados mostraram que a maioria dos estudantes relaciona o conceito de oxidação a exemplos vinculados a *“oxidação de objetos metálicos, a oxidações orgânicas ou biológicas”* e para redução *“reações onde se extrai o oxigênio, obtenção do metal a partir do óxido e reduções orgânicas e biológicas”*. Além disso, a definição apresentada pelos estudantes para reações de óxido-redução corresponde ao: *“intercâmbio do oxigênio*

(oxidação como adição de oxigênio ao metal, composto e redução como perda do oxigênio)”. E para a idéia da síntese do cloreto de zinco, os estudantes consideram a interação como “uma simples união do átomo ou moléculas de cloro com átomos isolados de zinco para formar a molécula de cloreto de zinco”. A partir desses resultados, os autores apontam que as interpretações sobre as reações de oxidação-redução desses estudantes estão muito mais próximas de uma concepção superficial destas reações, como processo de intercâmbio de oxigênio do que a transferência eletrônica. Em conclusão, Bueso et al (1998) consideram necessário o uso de uma metodologia diferente da tradicional, na qual se procure conhecer inicialmente as idéias prévias dos estudantes, integrando os conceitos de sala de aula com o laboratório, tornando o ensino de eletroquímica mais significativo de forma a evitar as “barreiras epistemológicas”.

Tasker e Osborne (1985) e Shipstone (1985)¹⁰ revisaram as principais concepções alternativas sobre a corrente elétrica em circuito simples, que os estudantes trazem para o aprendizado formal. Os estudantes consideram que há uma fonte geradora de energia (uma bateria ou pilha) e uma fonte consumidora (lâmpada ou motor) e referem-se à eletricidade como “*corrente, força, volts, energia e outros termos parecidos*”, sendo armazenada na fonte geradora e fluindo para a fonte consumidora (apud Posada, 1997).

Posada (1997) aponta que outros estudos sobre corrente elétrica em circuitos simples foram realizados, porém levando em consideração o ponto de vista físico, ou seja, a visão macroscópica e que poucos pesquisaram a visão da estrutura do átomo. Nesse estudo, o autor buscou identificar e analisar as concepções dos estudantes (faixa etária de 15 a 18 anos - 10^a, 11^a, 12^a séries)¹¹ sobre a estrutura interna dos metais anteriormente e posteriormente ao ensino desses conceitos, bem como verificar como explicavam a condução de corrente elétrica pelos metais. Esse estudo procurou averiguar se a organização do currículo em espiral, como é na Espanha, colaboraria para a mudança das concepções alternativas dos estudantes para concepções científicas. Inicialmente, foi elaborado um mapa conceitual com os conceitos que os estudantes deveriam saber sobre o assunto e a partir deste foram elaboradas as questões abertas. Os instrumentos para coleta de dados somente foram aplicados 1 a

¹⁰ TASKER, R. & OSBORNE, R. “Science teaching and science learning”. In: *Learning in science: The implication of children’s science*. Auckland: Heinemann, 1985.

SHIPSTONE, D. “Electricity in simple circuits”. In: *Children’s ideas in science*. Glasgow: Open University Press, 1985

¹¹ Essas séries são equivalentes ao ensino médio no Brasil.

2 meses após o ensino de ligação metálica na tentativa de evitar a simples memorização dos conceitos.

Em análise dos resultados Posada (1997) apontou que os estudantes da série inicial relataram diversas respostas alternativas para a explicação da condução elétrica pelos metais; já os da série intermediária apresentaram um menor número de concepções e utilizaram como modelo explicativo “*o mar de elétrons*” e desenharam átomos ao invés de cátions. Os estudantes da série avançada deram praticamente as mesmas respostas do que os da série intermediária. De modo geral, os estudantes deram respostas utilizando tanto o nível macroscópico – colisão da eletricidade dos pólos negativo e positivo; carga da bateria que é transferida ao metal; diferença de temperatura entre a bateria e o metal – quanto o nível microscópico – os átomos permitem que a eletricidade os ultrapasse; existe uma regularidade atômica, um movimento atômico e uma nuvem eletrônica; ocorrem trocas de partículas.

A pesquisa realizada por Garnett e Treagust (1992a e 1992b) buscou saber como ocorre a aprendizagem quando os estudantes têm de construir ou gerar um significado próprio para as informações a eles expostas. Inicialmente os pesquisadores procuraram verificar quais eram os conhecimentos e conceitos necessários para a compreensão de: circuito elétrico, equações de oxidação e redução, células galvânicas e eletrolíticas. Investigaram também as concepções errôneas que os estudantes apresentavam para cada um desses tópicos.

O método empregado nas pesquisas por Garnett e Treagust (1992a) consistia na identificação e na validação dos conhecimentos conceituais e proposicionais necessários para a aprendizagem de alguns conceitos de eletroquímica do nível médio do ensino australiano, gerando uma lista de conceitos revisada por professores do ensino médio e universitário, sendo utilizada como referência para a elaboração de protocolos de entrevistas. Em relação aos conceitos sobre circuito elétrico e equações de oxidação-redução foram detectadas sete áreas de dificuldades conceituais:

- lei de carga: “*os elétrons movem-se através dos eletrólitos atraídos pelos íons positivos da solução*”;
- corrente elétrica: “*fluxo de elétrons e prótons nos eletrólitos*”; “*o movimento dos íons em solução não constitui a corrente elétrica*”;
- diferença de potencial: “*a diferença de potencial entre os pólos é devido somente a diferença de concentração de carga entre eles*”;

- força eletromotriz: “os elétrons deixam o ânodo, onde está uma alta concentração de elétrons e movem-se através do circuito externo para o cátodo que está com baixa concentração de elétrons”;
- indicação do número de oxidação: “o estado de oxidação de um elemento são as mesmas cargas do íon monoatômico desse elemento”;
- uso do número de oxidação para identificação de equações de oxidação-redução: “na equação a mudança de carga das espécies poliatômicas pode ser usada para determinar o número de elétrons eliminados ou ganhos entre as espécies na reação”;
- uso de outros métodos para identificação de equações de oxidação-redução: “em todas as equações químicas, a definição de oxidação tem a adição de oxigênio e a redução a eliminação de oxigênio, podendo ser usada para identificar a oxidação e a redução”;
- a interdependência da oxidação e redução na reação: “oxidação e redução podem ocorrer independentemente”.

Analisando as respostas dadas pelos estudantes, os autores verificaram alguns aspectos considerados relevantes para as dificuldades conceituais encontradas no ensino de eletroquímica como:

- a visão dos estudantes em relação às disciplinas química e física corresponde à imagem independente das mesmas e pouco relacionadas com o mundo real, levando-os a compartimentalizar a ciência escolar e do cotidiano;
- a utilização de convenções diferentes nas disciplinas mencionadas anteriormente pode criar problemas conceituais em alguns estudantes, tais como as confusões entre o fluxo de elétrons e o modelo convencional de corrente elétrica;
- a falta do conhecimento prévio sobre corrente elétrica pode causar concepções errôneas sobre o percurso da eletricidade através dos condutores metálicos e do eletrólito, prejudicando a compreensão do conceito sobre a diferença de potencial;
- conceito de número de oxidação não é empregado na identificação das equações de oxidação-redução, gerando outras definições para oxidação (“ganho de oxigênio, perda de hidrogênio e/ou perda de elétrons”) e para redução (“perda de oxigênio, ganho de hidrogênio e/ou ganho de elétrons”).

Além disso, os autores alertam sobre a necessidade da elaboração de projetos com estratégias de ensino que abordem o mínimo de concepções errôneas em potencial; e da flexibilização do currículo que possa suprir os anseios conceituais de cada indivíduo.

Já na pesquisa realizada pelos mesmos autores Garnett e Treagust (1992b) sobre os conceitos de células galvânicas e eletrolíticas foram detectadas seis áreas de dificuldades conceituais:

- identificação do ânodo e cátodo na célula galvânica: “na tabela padrão de potenciais de redução as espécies com alto E^0 são válidas para ânodo”;
- compreensão da necessidade de um padrão na meia-célula: “o padrão para a meia-célula não é necessário”;
- compreensão do fluxo de corrente na célula galvânica: “os elétrons entram no eletrólito do cátodo, movem-se através do eletrólito e emergem no ânodo”; “a ponte salina supre os elétrons para completar o circuito”;
- compreensão da carga do ânodo e cátodo: “o ânodo é carregado negativamente e por isso atrai os cátions. O cátodo é carregado positivamente por isso atrai os ânions”;
- identificação do ânodo e cátodo na célula eletroquímica: “o processo que ocorre no ânodo e no cátodo são reversíveis nas células galvânicas e eletrolíticas, na célula galvânica a oxidação ocorre no ânodo e a redução no cátodo, enquanto na célula eletrolítica a oxidação ocorre no cátodo e a redução no ânodo”;
- previsão dos produtos da eletrólise e a magnitude da aplicação da força eletromotriz (e.m.f.): “a água não reage durante a eletrólise de soluções aquosas”; “a previsão da e.m.f. para a célula eletrolítica tem que ser positiva”.

Os autores indicaram a necessidade de estudos futuros focados no desenvolvimento de abordagens de ensino que minimizem a formação das concepções errôneas de eletroquímica nos estudantes. Sugeriram também, a elaboração de testes diagnósticos escritos para identificar as inadequações dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre circuitos elétricos, podendo servir de ponto de partida para a introdução dos conceitos sobre células galvânicas e eletrolíticas. Os autores sugerem o desenvolvimento de abordagens de ensino envolvendo o uso de computadores e também o uso de mapas conceituais, com o propósito de melhorar as dificuldades de compreensão dos estudantes em relação a alguns conceitos químicos.

A pesquisa realizada por Ogude e Bradley (1994) procurou identificar as concepções errôneas dos estudantes sobre células eletroquímicas, as possíveis fontes ou causas das mesmas e desenvolver uma metodologia de ensino para superar tais dificuldades. Foi utilizado um questionário com 20 questões dos tipos múltipla escolha, asserção-razão e verdadeiro-falso, sobre quatro áreas de dificuldades conceituais: condução de corrente elétrica por eletrólitos, neutralidade elétrica na célula, processos

de eletrodo e a terminologia empregada para descrevê-los e aspectos relacionados a componentes das células galvânicas (a corrente e a força eletromotriz).

Os resultados indicaram que um número grande de estudantes tem a concepção de que a corrente elétrica em solução é devida a elétrons livres fluando no eletrólito. Segundo os autores, os alunos parecem pensar que os íons estão presos aos eletrodos, não permanecendo em solução. Dessa forma, os alunos concluem que são os elétrons que conduzem corrente em uma solução eletrolítica.

Os autores apontam como possíveis fontes essas idéias alternativas uma extensão a sistemas eletroquímicos dos conceitos sobre corrente elétrica aprendido na disciplina de física. Também chamam a atenção para a linguagem e representações empregadas em livros didáticos de química para descrever o fluxo de corrente ou processos em solução que podem confundir os alunos que iniciam os estudos de eletroquímica.

“Os estudantes possuem o conhecimento elementar de corrente ‘corrente é um fluxo de cargas’ mas eles não distinguem entre a carga eletrônica e iônica, usando-as indistintamente para o fluxo de corrente no eletrólito” (Ogude e Bradley, 1994).

Foram investigadas também as idéias dos alunos sobre a neutralidade elétrica em células galvânicas e eletrolíticas. As respostas dos alunos indicaram dificuldades no entendimento do processo em nível microscópico, que podem ser provenientes da interpretação que fazem da distribuição de carga nas duas meia-células.

Os autores sugerem a necessidade de reformulação dos métodos tradicionais de ensino de eletroquímica para que as concepções errôneas sejam substituídas por explicações científicas. Segundo eles, no ensino, as interpretações qualitativas tem sido ignoradas e é dada ênfase a habilidades manipulativas.

As pesquisas realizadas por Garnett e Treagust (1992a e b) com os estudantes australianos do nível médio de ensino, tornaram-se referência para outras pesquisas como a realizada por Sanger e Greenbowe (1997a e b) que aplicaram um instrumento similar ao utilizado por Garnett e Treagust, acrescentando o conceito de pilha de concentração, a estudantes iniciantes do curso universitário de química.

Comparando os resultados de Garnett e Treagust (1992 a e b) e de Sanger e Greenbowe (1997a) pode-se observar as mesmas áreas de dificuldades conceituais em ambas as pesquisas. Já para o conceito de pilha de concentração surgem idéias como: *“a direção do fluxo dos elétrons na célula de concentração não depende da relação da concentração dos íons”* e *“o potencial da célula na célula de concentração é independente da*

relação na concentração dos íons”, sobre a previsão dos produtos e da força eletromotriz nas células de concentração (Sanger e Greenbowe, 1997a).

Sanger e Greenbowe (1997a) propõem que as idéias alternativas dos estudantes podem ter origem na dificuldade de entendimento do conceito de potenciais de eletrodo. Muitos livros didáticos apresentam o cálculo da diferença de potencial de uma pilha através da soma do potencial de redução da reação de redução com o potencial de redução com sinal trocado da reação de oxidação, não enfatizando o conceito e sim o cálculo matemático.

Os autores sugerem a revisão dos livros didáticos empregados no nível médio e universitário, bem como um estudo sobre o uso de animações em computadores, para que os estudantes possam visualizar o processo eletroquímico em nível microscópico, ou seja, no nível molecular.

Em outro trabalho realizado por Sanger e Greenbowe (1997b) sobre as concepções errôneas dos estudantes para o conceito do fluxo de corrente no eletrólito e na ponte salina, foram empregadas animações em computadores com o objetivo de confrontar tais concepções.

Os autores verificaram que houve um decréscimo maior do número de estudantes que ainda demonstravam idéias alternativas após o ensino utilizando as animações do que o obtido em outros estudos utilizando outros métodos. As limitações apontadas dizem respeito ao pouco tempo de interação dos estudantes com as animações e ao tempo utilizado para tentar copiá-las em suas anotações. Mas, para que isso ocorresse os professores deveriam auxiliar os estudantes na elaboração de modelos mentais sobre as células eletrolíticas.

Huddle et al (2000) realizaram um trabalho com estudantes universitários do curso de ciências físicas, na África do Sul, buscando criar um modelo concreto para o ensino de eletroquímica que pudesse minimizar os problemas de compreensão apresentados em outras pesquisas (Garnett e Treagust, 1992a e b; Sanger e Greenbowe, 1997a e b) no que diz respeito à condução de corrente pelo eletrólito e pela ponte salina. O modelo elaborado consistiu na representação concreta de uma pilha que utilizava uma membrana semi-permeável para completar o circuito e demonstrar a manutenção da neutralidade de cargas. Segundo os autores, trabalhar com a membrana torna mais simples o entendimento do processo através do uso de diferentes bolas de poliestireno para representar átomos, íons e elétrons. Eles apontam que a principal limitação do modelo é a representação seqüencial e não simultânea das reações de oxidação e de redução.

Outras limitações do modelo são apontadas: “*a falta da representação da molécula de água, o tamanho, a coloração e o número de partículas e a ausência da ponte salina*”. Mesmo assim, os estudantes mostraram-se interessados em aprender eletroquímica.

Embora o tempo de aula requerido tenha sido maior com o uso do modelo, os estudantes entenderam o processo eletroquímico mais rapidamente e manifestaram um menor número de concepções alternativas.

Já em estudo realizado com estudantes ingressantes no ensino universitário, Niaz (2002) procurou construir uma estratégia de ensino baseada em pressupostos de mudança conceitual que pudesse facilitar a compreensão de eletroquímica, a metodologia desenvolvida consistiu na aplicação inicial de testes sobre alguns conceitos de eletroquímica e análise das respostas para identificar as maneiras pelas quais os estudantes resolviam os problemas propostos e comparar com as etapas seguidas por um professor experiente. Com base nos problemas detectados foram propostas atividades de ensino, onde os estudantes tinham de analisar duas alternativas de respostas apresentadas, uma correta e outra que representava alguma idéia errônea dos próprios estudantes. A classe era conduzida a manifestar suas respostas e a discutir as justificativas da escolha.

A atividade inicial, chamada de pré-teste, envolvia questões sobre: balanceamento de uma equação química usando o método do íon-elétron, espontaneidade de uma reação de acordo com os potenciais de cada célula e cálculo da pureza de uma substância após um processo de deposição. Posteriormente, foram aplicados dois pós-testes sobre cálculo do tempo necessário para que ocorresse a deposição do metal cobre em um sistema eletrolítico e o cálculo da concentração da solução de sulfato de ferro (II) após ter sido submetido a uma eletrólise, usando como recurso atividades experimentais com o intuito de gerar situações de conflito em relação às concepções alternativas dos estudantes sobre os assuntos a serem questionados.

Os resultados obtidos por Niaz (2002) mostraram que os estudantes têm habilidades para resolver problemas rotineiros baseados na memorização de fórmulas, porém não ocorre o mesmo para os problemas que requerem uma maior compreensão conceitual. Além disso, foi observado que os estudantes que realizaram as atividades de ensino tiveram uma melhora em seu desempenho quando comparado a um grupo de controle que não realizou tais atividades.

O autor conclui ainda que as atividades de ensino baseadas na apresentação da resposta correta juntamente com uma alternativa, criaram uma situação de conflito que

colocou o estudante em contato com suas próprias concepções e a dos colegas ao tentar resolver a atividade, gerando um desequilíbrio cognitivo, cuja reequilibração foi alcançada no processo de elaboração da resposta ao problema.

Já Özkaya (2002) procurou verificar os conceitos alternativos em eletroquímica de estudantes de licenciatura do último ano que freqüentavam disciplinas envolvendo aspectos teóricos e práticos de conceitos de eletroquímica. O autor utilizou 27 testes de múltipla escolha, que consistiam em afirmativas do tipo asserção-razão e do tipo verdadeiro-falso. O estudo mostrou que os estudantes não têm habilidade para medir a diferença de potencial entre um ponto de um eletrodo a um ponto de outro eletrodo, e entre as duas semi-células numa pilha galvânica, gerando dificuldades para a compreensão do conceito de diferença de potencial na célula eletroquímica.

Embora os estudantes tivessem utilizado, nas aulas experimentais, um potenciômetro para medir a força eletromotriz de uma pilha e um voltímetro para ler a voltagem aplicada entre os eletrodos numa célula eletrolítica, muitos deles não compreenderam suas diferentes funções nos circuitos elétricos montados. O autor menciona que a maioria dos livros didáticos utilizados por esses estudantes não explica essa diferença de função.

O estudo mostrou também que os estudantes de licenciatura não compreendiam a diferença entre equilíbrio químico e equilíbrio eletroquímico.

O autor sugeriu que as dificuldades conceituais detectadas podem ser atribuídas a deficiências na aquisição de conhecimentos conceituais sobre eletroquímica, a explicações insuficientes nos livros didáticos e a falta de clareza do conceito de equilíbrio químico. Ele propõe como forma de amenizar tais dificuldades, o uso de modelos de ensino construtivistas.

De modo geral, os artigos mencionados apontam um número grande de concepções alternativas apresentadas pelos estudantes em diversos níveis de escolaridade (médio – inicial, intermediário, final ou universitário – ingressantes, cursos diversos) bem como de diferentes culturas (americana, australiana ou africana). Em cada uma das pesquisas foram utilizados instrumentos que exigiram dos estudantes habilidades diferentes, mas os resultados mostraram que o grau de compreensão dos estudantes quanto aos conceitos de eletroquímica podem ser considerados semelhantes.

Outro aspecto que pode ser levado em consideração, diz respeito aos conhecimentos prévios que os estudantes deveriam ter para o ensino de eletroquímica. Por exemplo, a natureza da corrente elétrica em circuitos simples, a condução de

corrente elétrica em soluções aquosas, a reação de óxido-redução como processo de interação eletrônica, entre outros, foram apontados como possíveis barreiras para uma melhor compreensão dos conceitos envolvendo células galvânicas e eletrolíticas.

Cabe considerar que a maioria das pesquisas citadas relata a necessidade de mudanças no ensino de eletroquímica ou até mesmo do currículo escolar, pois algumas propõem abordagens alternativas como: a resolução de problemas através do uso de atividades experimentais, a utilização de animações em computadores tentando representar uma visão microscópica do fenômeno, o emprego de modelos tentando simular o que ocorre na ponte salina. Alguns autores apontaram a necessidade da participação do professor de forma ativa, procurando estabelecer as relações entre os conteúdos e os fatos envolvidos em cada proposta de ensino de eletroquímica, para que a aprendizagem se torne mais significativa.

Assim, para que propostas de ensino, como algumas das apresentadas anteriormente, possam ser empregadas ou aplicadas de forma eficaz, ou seja, contribuam para a construção ou reconstrução dos conceitos de eletroquímica, há necessidade de subsidiar os professores para que busquem questionar as concepções alternativas dos estudantes sobre determinados conceitos, procurando diminuir barreiras cognitivas pré-estabelecidas.

O ensino atual dos conceitos de eletroquímica privilegia a abstração, deixando de estabelecer pontes entre o observável e os modelos explicativos.

Os professores desenvolvem os conteúdos de eletroquímica de forma descontextualizada, o que pode dificultar a aprendizagem dos mesmos, pois os alunos não conseguem fazer nenhuma relação com o seu dia-a-dia. Também, a relação com outros conceitos químicos é fracamente estabelecida no ensino, como por exemplo, a relação com idéias (geralmente já apresentadas) de número de oxidação, soluções eletrolíticas, energia nas transformações químicas, deixando exclusivamente para o aluno a percepção ou organização dessas relações conceituais.

Entretanto, os alunos em seu dia-a-dia manipulam e fazem uso de materiais, como, por exemplo, as pilhas, os materiais galvanizados, e se deparam com processos de óxido-redução como a corrosão, cujos entendimentos demandam conceitos básicos de eletroquímica. Dessa forma, os conceitos de eletroquímica podem ser uma ferramenta para melhor entender o mundo físico.

3 – METODOLOGIA

3.1 – Elaboração do Curso

Embora o ensino experimental seja considerado um recurso bastante útil para promover a aprendizagem como citado anteriormente, pesquisas revelam que muitos professores apresentam uma visão simplista da experimentação, imaginando ser possível “*comprovar a teoria no laboratório*”; outros professores acreditam que através do laboratório se possa chegar às teorias. Com isso, os alunos reproduzem estas interpretações, adquirindo muitas vezes uma visão distorcida do conhecimento científico. O trabalho experimental desta forma, pouco contribui para a aprendizagem significativa (Zanon e Silva, 2000).

Em vista disso, foi proposto um curso de atualização para professores, com o propósito de levá-los a uma reflexão sobre o papel da experimentação no ensino de química, tentando uma reelaboração e reestruturação da prática desses docentes de maneira a contribuir para uma aprendizagem mais significativa de seus alunos.

O curso teve como objetivo levar o professor a: compreender o papel das atividades experimentais no ensino de química, não visando apenas o aspecto da verificação de conceitos e a manipulação, selecionar e organizar os principais conteúdos relacionados à eletroquímica, realizar atividades experimentais e discutir o seu uso de modo que possam favorecer a aprendizagem significativa.

O público alvo do curso foram professores de Química do Ensino Médio da Rede Pública do Estado de São Paulo, professores titulares de cargo, bem como professores OFA (Ocupante de Função Atividade), com habilitação para lecionar a disciplina de Química.

O curso ocorreu aos sábados, com parte das aulas oferecidas na Universidade de São Paulo, no laboratório de Instrumentação para o Ensino de Química, e parte na Diretoria de Ensino de Diadema, com uma carga horária total de 72 horas, dividida em três etapas: as 1ª e 2ª etapas, tiveram uma carga horária de 48h, e a 3ª etapa, uma carga em torno de 12 h e mais 12 h de atividades práticas envolvendo preparo de material, oferecimento de aulas e análises.

A proposta do curso foi destinada aos professores da Rede da Pública de Ensino de Diadema, SP, por se tratar de uma região em que os professores de Química não eram indicados a participar de ‘orientações técnicas’ desta área, nos últimos 2 anos.

3.2 – Etapas do Curso

1ª Etapa

Nos encontros iniciais pretendeu-se conhecer as dificuldades apresentadas pelos professores cursistas, desde os aspectos operacionais, cognitivos e afetivos; apresentando e discutindo alternativas para o melhor uso da experimentação no ensino de química. Procurou-se conhecer:

a) *Realidade de cada escola em que os professores lecionam*

- presença de laboratório ou não (dimensões, capacidade, tipo de estrutura);
- uso de salas ambientes (viabilidade, recursos, espaço físico).

b) *Formação do professor em relação ao ensino experimental*

- dificuldades operacionais em realizar atividades experimentais;
- segurança e afinidade ao realizar atividades experimentais;
- como realizam as atividades experimentais com os alunos;
- desenvolvimento de trabalhos em sua graduação enfatizando atividades experimentais.

c) *Formação do professor sobre os conceitos relacionados à eletroquímica*

- Conhecimentos específicos sobre o assunto;
- tópicos ensinados;
- pré-requisitos;
- estratégias e recursos utilizados;
- tópicos que considera importante ensinar.

2ª Etapa

Com base nos dados obtidos na primeira etapa e na literatura, novas discussões foram realizadas para suscitar a reflexão do professor sobre sua prática em sala de aula. Essas discussões abordaram a:

- a) compreensão do papel das atividades experimentais no ensino de química;
- b) seleção e organização dos conteúdos de eletroquímica;
- c) realização de atividades experimentais e discussão de seu uso de maneira que pudessem favorecer a aprendizagem dos conteúdos de eletroquímica;
- d) elaboração e/ou organização de atividades experimentais pelos professores cursistas para o ensino de algum conteúdo de eletroquímica.

As atividades elaboradas pelos professores cursistas deveriam levar em conta as discussões feitas sobre o papel do ensino experimental, bem como as possíveis dificuldades dos alunos na aprendizagem desses conteúdos.

3ª Etapa

Essa etapa consistiu na análise da aplicação, em situação concreta de ensino, das atividades elaboradas no curso.

Nessa fase, as aulas dadas pelos professores foram gravadas (áudio e vídeo) para que fosse registrado como o professor desenvolveu as atividades, como os alunos se comportaram e desenvolveram as atividades propostas, como o professor se comportava ao ensinar de maneira diferenciada da tradicional os conceitos de eletroquímica. Em seguida, as aulas foram analisadas juntamente com o professor, visando a reflexão da prática docente, bem como possíveis reformulações do material.

3.3 – Desenvolvimento do Curso

A princípio, a proposta do curso era a de levar os professores a uma reflexão sobre o papel da experimentação no ensino de Química, tentando dar subsídios para a reelaboração e reestruturação da prática desses docentes no que diz respeito ao ensino experimental, vinculando ao desenvolvimento de alguns conceitos de eletroquímica. Porém, os mesmos problemas já apontados anteriormente em pesquisas realizadas com alunos do ensino médio ou da universidade (Bueso et al, 1998) sobre o ensino de eletroquímica, foram detectados nas considerações iniciais feitas pelos professores cursistas. De modo geral, eles não lecionam os conteúdos correspondentes aos conceitos de eletroquímica e quando ocorre, é da forma tradicional: *“eu só dou o básico do básico, não dou nenhum tipo de experimento, não me aprofundo, é mais pela dificuldade de lidar com esse tipo de assunto em sala de aula”*, ou ainda *“Faz parte do plano...não dá tempo para chegar na eletroquímica”*; alegando suas próprias dificuldades de compreensão: *“porque eu acho que eletroquímica é difícil”*; *“eu sempre tive grandes dificuldades em eletroquímica, muitas, muitas mesmo, desde a época da faculdade”*.

Assim, com base nestas idéias iniciais sobre o ensino de eletroquímica, o curso passou a focar, além de uma proposta de como ensinar conceitos de eletroquímica, os conceitos propriamente ditos.

As atividades propostas em cada encontro abordaram a realização de atividades experimentais; a adequação para a realização em sala de aula; a discussão da aplicação das atividades em sala de aula; a análise e elaboração de roteiros experimentais; discussões da importância da escolha dos experimentos, seus objetivos, sua execução e análise dos resultados; leituras e discussões sobre tipos de conhecimentos; elaboração de planejamento de aula; metodologia do uso de mapas conceituais e a construção dos mesmos; entre outros. No final de cada encontro, os professores respondiam a um questionário que servia de referência para a elaboração das atividades do próximo.

3.3.1 – Atividades Desenvolvidas no Curso

1º Encontro – duração de 8 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Levantar o perfil dos professores cursistas; (Anexo 1) - Identificar as dificuldades conceituais e operacionais dos professores em relação à experimentação.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário para averiguação das idéias prévias dos professores em relação ao papel da experimentação no ensino de química. (Anexo 2 – 1ª Etapa) - Questionário no qual o professor deveria indicar o grau de interesse e importância das atividades experimentais a partir de algumas afirmações. (Anexo 2 – 2ª Etapa) - Questionário investigativo relacionando a formação acadêmica do professor e seu conhecimento experimental. (Anexo 3) - Trabalho com o texto: “Conteúdo – Procedimento e Atitudes”¹². - Realização de atividades experimentais de caráter investigativo e de verificação. - Análise dos roteiros experimentais. - Apresentação da visão da experimentação presente na “Proposta Curricular de Química do Estado de São Paulo” e nos “PCNEM”.¹³

¹² COLL, César. *Psicologia e Currículo: Uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. Tradução: Cláudia Shilling. São Paulo: Ática, 1996.

¹³ SÃO PAULO (Estado) Sec. da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta Curricular para o Ensino de Química – 2º grau*. São Paulo, SE/CENP, 1988.

BRASIL (país) Secretaria de Educação Média e Tecnológica: Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasil: MEC, 1999, v. 3.

2º Encontro – duração de 8 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os conhecimentos gerais dos professores em relação aos conceitos de eletroquímica; - Verificar quais são e de que forma os professores ministram tais conceitos.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário diagnóstico sobre idéias prévias dos professores em relação ao Ensino de Eletroquímica (Anexo 4). - Trabalho com texto sobre mapas conceituais¹⁴. - Elaboração individual de um mapa conceitual sobre o tema de eletroquímica. - Realização de atividades experimentais com objetivo de construir conceitos. - Análise e elaboração de roteiros experimentais. - Trabalho com texto “Buscando Respostas – Novas Idéias”¹⁵.
3º Encontro – duração de 8 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar roteiros experimentais tendo em vista as habilidades operacionais e cognitivas exigidas dos alunos; - Elaborar roteiros experimentais segundo as análises e discussões anteriores; - Relembrar os conceitos de potencial padrão de eletrodo.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão dos experimentos realizados no encontro anterior (resultados, discussão e conclusões). - Representação das reações de oxidação-redução dos experimentos discutidos nesse encontro. - Trabalho com a tabela de potenciais de redução.¹⁶ - Análise das representações propostas anteriormente considerando o estudo da tabela de potenciais. - Realização de atividades experimentais para aplicação dos conceitos de potenciais de eletrodo. - Construção de algumas pilhas.

¹⁴ MOREIRA, M. A. & BUCHWEITZ, B. *Mapas conceituais: Instrumentos Didáticos de Avaliação e de Análise de Currículos*. São Paulo: Moraes, 1987.

¹⁵ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: Livro do Aluno*. São Paulo: EDUSP, 1998.

¹⁶ Idem nota 13.

4º Encontro – duração de 4 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar as idéias apresentadas nos encontros anteriores sobre o papel das atividades experimentais e proposta de ensino.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de um resumo sobre as idéias do papel das atividades experimentais e uma possível proposta de ensino mais relevante para o aluno (visão macroscópica e microscópica) (Anexo 5). - Representação das reações das pilhas construídas e da corrosão do metal cobre e calcular a diferença de potencial das pilhas (ddp). - Discussão sobre as possíveis representações das reações da ‘pilha seca’, pilha comum.
5º Encontro – duração de 4 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar mapas conceituais para o ensino de eletroquímica a partir do tema “pilhas” baseando-se em abordagem macroscópica; - Conhecer as idéias dos professores sobre a condutibilidade elétrica das soluções aquosas.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre autodescarga, polarização e descarga em uma pilha. - Apresentação dos conceitos alternativos comuns dos alunos sobre o conceito de corrente elétrica em soluções eletrolíticas e na ponte salina. (Anexo 6) - Elaboração de mapas conceituais para o ensino de eletroquímica tendo como tema “pilhas”. (Anexo 7) - Questionário para conhecer as idéias dos professores sobre condutibilidade elétrica em soluções aquosas. (Anexo 8) - Discussão sobre os conceitos de solvatação, resistência, resistividade, condutância e condutibilidade. - Reorganização em relação ao curso, tentando identificar os conceitos que poderiam ser ensinados no ensino médio e aqueles para a ampliação do conhecimento do professor. (Anexo 9) - Realização de experimentos com o objetivo de desequilibrar as idéias dos professores sobre condutibilidade elétrica em soluções aquosas.

6º Encontro – duração de 4 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Reorganizar os conceitos de condutibilidade em soluções aquosas; - Preparar o experimento para discutir o conceito de corrosão.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão do conceito de condutibilidade elétrica em soluções aquosas através de experimentos. - Revisão dos conceitos de condutibilidade, condutância, resistividade, resistência e acrescentando o conceito de dipolo. - Realização de experimento para discussão do conceito de eletrólise partindo da energia gerada na construção da pilha de Daniell. - Preparação do experimento sobre proteção catódica para discussão do conceito de corrosão no próximo encontro.
7º Encontro – duração de 8 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar mapas conceituais tendo como tema o processo de corrosão e eletrólise; - Apresentar uma possível maneira de organização das idéias por mapas conceituais.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre o experimento de eletrólise executado no encontro anterior para esclarecimento de problemas conceituais. - Apresentação de um esquema para organização de um plano de aula, partindo de um tema gerador. (Anexo 10) - Apresentação de outros exemplos de mapas conceituais. - Realização de uma pesquisa bibliográfica (livros didáticos, artigos científicos, revistas científicas etc) para propor atividades desencadeadoras e investigativas em um plano de ensino. - Elaboração de mapas conceituais para o ensino de eletroquímica a partir dos temas eletrólise e corrosão. (Anexo 11) - Resolução de questões, caracterizando a aplicação dos conceitos estudados até o momento. - Realização de experimentos que investigam formas de abrandar o processo corrosivo do ferro (galvanização, eletrodos de sacrifícios).

8º Encontro – duração de 4 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar o plano de aula sobre algum conceito de eletroquímica que será aplicado em sala de aula, envolvendo a realização de uma atividade experimental. (Anexo 12)
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento da atividade experimental a ser desenvolvida com os alunos. - Preparo dos materiais a serem empregados nas atividades experimentais propostas.
9º Encontro – duração de 4 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Dar continuidade a elaboração do plano de aula sobre algum conceito de eletroquímica que será aplicado em sala de aula envolvendo a realização de uma atividade experimental. (Anexo 12) - Discutir o desenvolvimento da aula proposta pelo professor e quais suas expectativas e dificuldades.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar o preparo dos materiais a serem empregados nas atividades experimentais propostas. - Discussão e resolução das questões propostas anteriormente. - Relatos das aulas executadas por alguns professores em suas salas.
10º Encontro – duração de 4 horas	
Objetivos Principais	<ul style="list-style-type: none"> - Retomar a discussão do desenvolvimento da aula proposta pelo professor, suas expectativas e dificuldades. - Avaliar as contribuições oferecidas pelo curso quanto à visão do papel das atividades experimentais e a ampliação dos conhecimentos específicos em eletroquímica.
Atividades Desenvolvidas	<ul style="list-style-type: none"> - Relatos das aulas executadas pelos outros professores em suas salas. - Discussão sobre o processo de galvanização deixando as peças com aspecto de ouro (dúvida que surgiu encontro anterior). - Questionário de avaliação do curso. (Anexo 13) - Entrevista coletiva sobre o curso.

3.3.2 – Instrumentos Utilizados Coleta de Dados

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados na pesquisa foram:

Objetivo do instrumento	Tipo de instrumento	
Informações sobre os professores	“Ficha Cadastral”	Anexo 1
Levantamento das idéias prévias sobre experimentação	Questionário (Ficha A)	Anexo 2
Levantamento das idéias sobre as dificuldades de realizar aulas práticas	Questionário (Ficha B)	Anexo 3
Levantamento das idéias prévias sobre o ensino de eletroquímica	Questionário	Anexo 4
Levantamento das idéias prévias sobre o conhecimento de soluções	Questionário	Anexo 8
Avaliação geral do curso	Questionário e relato oral	Anexo 13
Avaliação de cada encontro	Questionário	Anexo 14
Avaliação do curso e seu impacto no professor	Entrevista	Anexo 15
Aplicação da atividade experimental pelo professor	Relato oral com intervenção e vídeo	

As dificuldades conceituais em relação à eletroquímica foram sendo percebidas e avaliadas durante a realização das atividades propostas no curso.

4 – O PROFESSOR E O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

4.1 – Perfil dos Professores Cursistas

4.1.1 – Formação Acadêmica

Os professores cursistas apresentam formação acadêmica diversificada, tal como cursos de Licenciatura em Química, Bacharelado e Ciências Biológicas com Habilitação em Química, conforme mostra tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Formação acadêmica dos professores cursistas.

Cursos	Resultados
Licenciatura Plena em Química	3
Bacharelado e Licenciatura em Química	2
Bacharelado em Química	2
Ciências Biológicas com Habilitação em Química	1

Dentre esses resultados, é possível destacar que cinco dos professores (total de 8) apresentam formação acadêmica vinculada ao curso de Licenciatura.

Além disso, um dos professores apresenta formação em pós-graduação de caráter lato sensu do tipo modular, na área de “Concentração de Controle de Qualidade”, voltado para o setor industrial.

Outra informação a ser destacada refere-se ao tempo de formação dos docentes, seis professores se formaram nos últimos cinco anos da década de 90 e dois se formaram no início da década de 80.

4.1.2 – Tempo de Magistério

Os oito professores dão aulas de química na rede pública de ensino, sendo que apenas 3 deles se efetivaram através de concurso público.

Dos professores cursistas, seis deles ministram aulas há pouco tempo, entre 3 e 5 anos; os outros dois ministram aulas há mais de 10 anos.

4.1.3 – Laboratório na Escola

As escolas em que os professores cursistas ministram aulas apresentam laboratório de química ou ciências, ou um espaço físico usado como laboratório, com exceção de uma delas, que não dispõe de nenhum espaço que viabilize o oferecimento de aulas práticas.

As condições materiais e o uso dado ao laboratório pelos professores, entretanto, é bastante diferente, sendo apresentada na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Laboratório na escola: condições e uso.

Professor	Existência de laboratório na escola	Condições materiais	Utilização do laboratório pelo professor	Outras informações
1	Sim	Reagentes e materiais disponíveis	Não	
2	Em construção			
3	Sim	Reagentes e materiais disponíveis	Sim	Uso de material de apoio do GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química)
4	Sim	Reagentes e materiais disponíveis	Sim	Problema com o número de alunos por sala e falta de preparo do professor
5	Sim	Reagentes e materiais disponíveis	Sim	Apenas realiza demonstrações
6	Em construção			
7	Não	-----	-----	-----
8	Sim	Em falta	Não	

É possível notar que, de modo geral, as condições materiais para o trabalho experimental existem ou estão sendo construídas, porém, dos quatro professores que dispõem de laboratório equipado na escola, apenas dois o utilizam para realizar atividades com os alunos. Um professor aponta o uso do laboratório para demonstrações, embora disponha de vidrarias e reagentes. Poder-se-ia indagar se esse professor recorre a demonstrações pelas condições materiais não serem suficientemente boas ou por insegurança em trabalhar com os alunos coletivamente. Um aspecto problemático apontado por outro professor refere-se à coordenação do

trabalho em laboratório com um número excessivo de alunos. Apenas um professor alegou a “falta” de preparação para propor aulas experimentais. Tal dificuldade pode estar associada a deficiências tanto conceituais quanto a habilidades operacionais.

4.1.4 – Idéias Iniciais dos Professores em Relação às Atividades Experimentais

Os dados a respeito das idéias dos professores em relação ao ensino experimental foram coletados através de um questionário individual, denominado Ficha A (Anexo 2), dividida em duas etapas, as quais foram aplicadas em momentos distintos.

As questões de 1 a 4 da primeira etapa retratam a visão do professor quanto ao papel da experimentação no ensino de química, de que modo desenvolve as atividades experimentais e quais as dificuldades encontradas ao realizá-las.

A segunda etapa abrange a questão 5, com itens de a até e, na forma de afirmações para as quais o professor expressa sua opinião ao apontar se concorda, discorda, concorda parcialmente ou não apresenta opinião formada sobre o assunto, sendo solicitado a justificar sua escolha qualquer que tenha sido ela.

A segunda etapa do questionário somente era entregue após o recolhimento da primeira, para que as respostas não sofressem interferências das afirmações apresentadas na primeira etapa.

Resultados da Primeira Etapa

A questão inicial refere-se a opinião do professor quanto à função das atividades experimentais. “Para que servem as atividades de laboratório?”.

Os professores apresentaram três linhas de justificativas: em relação ao aluno, às aulas e ao ensino, como mostra o quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Justificativas sobre o papel das atividades experimentais

As atividades experimentais, em relação:

ao aluno ▼	às aulas ▼	ao ensino ▼
<ul style="list-style-type: none"> ➤ despertam curiosidade / causam atração e/ou estímulo (3)* ➤ causam motivação para compreender e associar a situações do cotidiano (2)* ➤ fazem com que concretize e visualize o que foi discutido na teoria, causando atração pela disciplina (1)* ➤ despertam o interesse pelas reações químicas ligadas à natureza (1)* 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ conciliam a teoria, a prática e os conhecimentos químicos (2)* ➤ mostram que Química não trata apenas de fórmulas (1)* ➤ tornam-as interessantes (1)* ➤ demonstram a prática (1)* 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ são recursos importantes ou fundamentais (4)* ➤ levam à construção do conhecimento, facilitam a assimilação (2)*

* os números indicam a quantidade de professores que justificaram dessa forma.

As duas questões seguintes referem-se ao uso ou não das atividades experimentais e a maneira pela qual o professor faz uso das mesmas para reforçar ou comprovar os conteúdos dados anteriormente ou para introduzir novos conteúdos.

Os resultados apontam que quatro dentre os oito professores cursistas, utilizam atividades experimentais, sendo que afirmam utilizá-las tanto para reforçar ou comprovar os conteúdos dados anteriormente, como também para introduzir novos conteúdos, pois:

“quebram a barreira da abstração”;

“fazem vivenciar a ‘ocorrência’ do que foi explanado”;

“quando o experimento for direcionado serve de pretexto para outros”;

“associam a teoria com a experiência e vice-versa”;

“abrem discussões associando-as a outros conteúdos e pesquisas”;

“proporcionam aos alunos a oportunidade de criarem a teoria”;

“podem partir das idéias e concepções dos alunos, seguido de experimento, criando uma relação harmoniosa entre ensino-aprendizagem para a construção do conhecimento”.

Os outros quatro professores não utilizam atividades experimentais e quando questionados como fariam, três deles responderam que as abordariam para reforçar ou comprovar os conteúdos dados anteriormente.

Na última questão desta etapa foi solicitado que apontassem as dificuldades encontradas para realizarem atividades experimentais.

As respostas dadas mostram que as dificuldades são de duas naturezas: uma operacional e outra conceitual.

Quanto ao aspecto operacional, os professores relatam dificuldades relacionadas a:

“montagem dos experimentos”;

“falta de tempo para montagem”;

“espaço físico”;

“controle dos alunos em relação ao número e o espaço físico disponível”;

“controle dos alunos na realização do experimento”;

“número de aulas”;

“aquisição / disponibilidade de materiais e reagentes”.

Dentre esses aspectos, os mais destacados foram: em primeiro lugar, a aquisição / disponibilidade de materiais e reagentes; e, em segundo, a montagem dos experimentos.

No que diz respeito ao aspecto conceitual, os professores apontam as seguintes dificuldades:

“relacionar as atividades práticas ao conteúdo que está sendo ministrado”;

“ter criatividade para propor atividades”;

“falta de conhecimento de atividades práticas”;

“a necessidade de atualização”;

“a formação defasada”.

Resultados da Segunda Etapa

Todos os professores cursistas concordam que a atividade experimental apresenta um caráter motivador para a aprendizagem dos alunos (afirmativa A, questão 5, anexo 2), mas também apontam um estímulo para o ensino em suas justificativas. O quadro 4.2 apresenta as idéias dos professores:

Quadro 4.2 – Caráter motivador das atividades experimentais.

As atividades experimentais têm caráter motivador:

para os ▼ em relação ao experimento (5)*	alunos pois: ▼ em relação a afetividade (4)*	para o ensino pois: ▼ estimula a aprendizagem (2)*
➤ conseguem vincular ou correlacionar a prática à teoria	➤ se empolgam, pois experimentam e observam na prática o que foi exposto na sala	➤ torna interessante, mostra como as coisas acontecem
➤ valorizam as novas metodologias	➤ desperta a curiosidade para o que está ao seu redor e para a manipulação	➤ estimula o professor
➤ podem criar seu próprio conceito		➤ a química abstrata se torna concreta
➤ observam e saem do abstrato	➤ despertam o interesse pela disciplina	

* os números indicam a quantidade de professores que justificaram dessa forma.

Em relação à aquisição de técnicas (afirmativa B, questão 5, anexo 2), cinco professores cursistas consideram como positivo tais conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem, pois os alunos:

“aprendem a utilizar equipamentos, adquirindo habilidades”;

“desenvolvem a capacidade de criar, entendendo o abstrato e elaborando novas técnicas”;

“aprendem a valorizar a experimentação, os malefícios e benefícios dos produtos químicos”;

“podem transformar-se em observadores”.

Porém, três professores concordaram apenas parcialmente com a afirmação, apresentando os seguintes argumentos:

“as técnicas são pouco absorvidas”;

“difícilmente o aluno tem contato direto com o experimento, apenas assiste demonstrações, (falta de materiais)”;

“somente adquire técnicas se a maioria de suas aulas forem práticas”.

Todos os professores cursistas concordam que a realização de atividades experimentais auxilia os alunos a compreender os conceitos científicos (afirmativa C, questão 5, anexo 2), porém apresentam justificativas diferentes, alguns enfocando o aluno e outros os conceitos científicos.

Quanto aos alunos, os professores apontam que:

“percebem como se obtém um produto”;

“realizam experimentos, observam e compreendem os conceitos científicos”;

“criam sua teoria a partir do experimento, sem dificuldades”;

“entendem o porque aprendem química, associando a prática à teoria”.

Quanto ao conhecimento científico, os professores apontam que sua compreensão melhora pois os conceitos são:

“abstratos para os alunos”;

“associados às atividades experimentais”;

“observados e experimentados, estimulando a construção do conhecimento”;

“compreendidos pelos alunos, clareando a teoria”;

“ampliados”.

Dos oito professores cursistas, sete deles concordam que o laboratório serve para mostrar aos alunos como a Ciência é produzida (afirmativa D, questão 5, anexo 2) e justificam do ponto de vista dos alunos, das próprias atividades práticas e da natureza experimental da Ciência. O quadro 4.3 apresenta essas idéias.

Quadro 4.3 – Produção da Ciência através das atividades experimentais

Como as atividades experimentais mostram a produção da Ciência

em relação aos alunos ▼	em relação às atividades práticas ▼	considerando a natureza experimental da Ciência ▼
➤ aprendem detalhadamente os fenômenos (1)*	➤ além de mostrar, faz com que se produza a Ciência (1)*	➤ a química se fez através da observação e experimentação (1)*
➤ entendem o que acontece nos experimentos, podendo criar novos conceitos e modificar até o experimento (1)*	➤ demonstram as leis, os conceitos e as definições (1)*	➤ o conhecimento científico recorre às atividades experimentais (1)*
➤ têm a possibilidade de ver na prática o que foi definido pelos cientistas (1)*		➤ a ciência e o laboratório andam de mãos dadas (1)*

* os números indicam a quantidade de professores que justificaram dessa forma.

Um dos professores discorda que o laboratório serve para mostrar aos alunos como a Ciência é produzida, pois:

“pode ser produzida em campo, em sala de aula, em bibliotecas, não apenas no laboratório”.

Em relação ao trabalho realizado no laboratório pelos alunos visando desenvolver atitudes científicas, como por exemplo, a objetividade e a tomada de decisões (afirmativa E, questão 5, anexo 2), sete professores concordaram, apresentando justificativas vinculadas aos alunos e às próprias atividades.

◆ Quanto aos alunos, os professores apontam que:

“buscam soluções e tomam decisões (situação problema)”;

“desenvolvem senso crítico”;

“raciocinam, levantam hipóteses, tomam decisões e chegam a um conceito”;

“sentem independência a partir do momento que conseguem criar novas atividades”;
“realizam experiências tomando decisões sozinhos, podendo conseguir uma objetividade maior e apresentando sucesso ou erros”;
“podem tomar decisões através das atividades realizadas com sucesso ou erro”.

◆ Quanto às próprias atividades:

“despertam a vontade e interesse em aprender”;
“propiciam ao aluno observar, pesquisar, e tomar novas decisões”.

Porém, um professor concorda parcialmente que o laboratório serve para desenvolver atitudes científicas, pois:

“as possibilidades existem, mas há limitações técnicas e materiais; o que se faz é apenas demonstrar e aplicar os conceitos e conteúdos”.

Análise dos Resultados

Na questão inicial da primeira etapa é possível constatar que os professores, além de considerarem as atividades experimentais motivadoras para os alunos, também fazem referências a um estímulo para as aulas e ao ensino de Química.

Em relação à motivação dos alunos, os professores apontam as atividades experimentais como um recurso para atrair a atenção deles, sendo algo diferenciado da sala de aula, causando-lhes grande interesse, pois poderão verificar a teoria na prática, ou seja, os conceitos abordados na sala de aula são retomados na atividade experimental, auxiliando então na “fixação da teoria”. Além disso, o laboratório pode fazer com que os alunos associem as situações do seu cotidiano, isto é, relacionem a prática com o dia-a-dia.

Já no aspecto motivador para as aulas, os professores referem-se às aulas experimentais como algo que pode ser mostrado na prática e que a teoria também pode ser demonstrada na prática.

De modo geral, os professores parecem não perceber a potencialidade das atividades de laboratório para a aprendizagem dos alunos, ao considerar que tais atividades apenas *“quebram a barreira da abstração”*; *“associam a teoria com a experiência e vice-versa”*.

Apesar de todos os professores considerarem as atividades experimentais estimulantes para os alunos, apenas um professor as associou à construção de conhecimento pelo aluno, mencionando que: *“...o ensino de química não é ‘puramente’*

repleto de fórmulas e definições, mas que há importância da prática para que possam construir o conhecimento a partir de observações experimentais e de suas hipóteses”.

Porém, nenhum professor levantou a possibilidade de utilizar as atividades experimentais para criar um conflito cognitivo ou provocar mudanças nas idéias dos alunos, fazendo com que eles se tornem agentes ativos e não passivos na construção de seu próprio conhecimento.

Outras pesquisas têm apontado a predominância de visões extremamente simplistas sobre a experimentação no Ensino de Ciências, sendo esta concebida como mera atividade física dos alunos (*“manipulam, vêem a teoria com seus próprios olhos”*) e não como uma atividade prioritariamente cognitiva. Além disso, os professores imaginam ser possível ‘comprovar a teoria no laboratório’, sendo esta a principal função da experimentação no ensino (Zanon e Silva, 2000).

Muitas vezes, os alunos executam um experimento sem ter uma idéia clara do que estão fazendo, não sendo capazes de identificar as questões básicas, os conceitos e os fenômenos entremeados no experimento e, além do mais, não vêem a experimentação como um processo de construção do conhecimento (González, 1992).

Os professores poderiam utilizar as atividades experimentais como recurso facilitador da compreensão do conhecimento químico, tentando desenvolver atividades de caráter cognitivo e não de mera manipulação. A manipulação simplesmente não garante a aprendizagem, deve-se estabelecer uma relação entre a teoria e a prática, pois ambas devem ser desenvolvidas conjuntamente, e não somente no sentido da prática comprovar a teoria como relatam os professores.

Assim, não basta apenas o professor propor a realização de atividades práticas, é necessário saber estruturá-las, pois, em vez de motivar e estimular, podem causar desinteresse, bem como não atingir os objetivos propostos.

Para que o ensino experimental seja uma ferramenta para a melhoria de suas aulas, os professores deveriam considerar que não se trata somente do fazer, e sim de refletir sobre o que estão fazendo ou pretendendo realizar (Gil Pérez e Valdés Castro, 1996).

As questões seguintes refletem a utilização ou não das atividades experimentais de maneira a reforçar ou comprovar os conteúdos dados anteriormente, introduzir novos conteúdos, ou ainda ambas as maneiras juntas.

Dos quatro professores dentre os oitos que realizam atividades experimentais, todos citam que tanto as utilizam para reforçar ou comprovar os conteúdos dados

anteriormente, como também para introduzir novos conceitos. Eles alegam que o reforço e a comprovação dos conhecimentos através das atividades experimentais ocorrem quando é dado ao aluno a possibilidade de vivenciar e associar os conteúdos desenvolvidos em sala de aula a aqueles abordados no laboratório, podendo, assim, gerar uma relação harmoniosa na construção do conhecimento.

Pode-se notar que os professores que lançam mão das atividades experimentais apresentam uma visão um pouco mais ampla quanto ao uso destas como recurso de ensino, do que os outros professores que não as utilizam, pois alegam que, se as utilizassem, seria apenas para reforçar ou comprovar conteúdos antes trabalhados.

Nota-se a necessidade de haver discussões com os professores de forma a se poder provocar uma reflexão sobre as possibilidades que as atividades práticas podem oferecer, tanto para auxiliar na compreensão dos conceitos, como para iniciar um processo de formação de conceito, dependendo exclusivamente da maneira que as atividades foram estruturadas.

A última questão desta etapa trata das dificuldades encontradas pelos professores ao realizarem as atividades experimentais ou para poderem realizá-las. As respostas destacam dois aspectos: um operacional e outro conceitual. No que diz respeito ao aspecto operacional, pode-se destacar a falta de destreza ao montar as atividades, bem como da disponibilidade de tempo para realizar as mesmas, de espaço físico para o contingente de alunos por sala de aula, de um número suficiente de aulas, e da aquisição ou disponibilidade de materiais e reagentes. Já no aspecto conceitual destaca-se a ausência de habilidades para relacionar as aulas práticas ao conteúdo, para inovar e desenvolver atividades práticas que se relacionem aos assuntos ensinados, além de uma formação acadêmica deficiente em termos de conhecimentos específicos.

Tais dificuldades também foram apontadas em outras pesquisas realizadas em cursos de formação de professores, tendo sido mencionadas dificuldades em relação a escassez de bibliografia específica e atualizada, de horário específico para realizar as atividades práticas, a falta de tempo, falta de professor de apoio (preparador) e maior coordenação do professorado (Garcia et al, 1995).

Assim, tanto os professores já formados e em exercício da função, como os que estão se formando relatam as mesmas dificuldades ao realizarem atividades experimentais, sendo talvez necessária a realização de debates mais amplos para se

discutir as possibilidades e alternativas para tentar superar os problemas provenientes dessas atividades (Garcia et al, 1995).

Os professores da rede pública de ensino do Estado de São Paulo, de modo geral, não realizam atividades experimentais em suas escolas devido aos mesmos fatores apresentados anteriormente. No caso do número de aulas, a dificuldade se torna maior ao se ‘tentar’ cumprir um programa, querendo dizer, o mínimo de conhecimentos necessários para que o aluno possa compreender os fenômenos químicos, ministrando apenas uma aula por semana. Quanto à montagem e preparo das aulas de laboratório, o professor normalmente não pode aproveitar os horários de HTPC (Hora de Trabalho Pedagógico Coletivo), horário obrigatório a ser cumprido pelo professor no ambiente escolar, mesmo que não esteja ocorrendo nenhuma reunião, e onde não é permitido que o professor o utilize para planejar, organizar, adaptar ou montar as atividades experimentais no laboratório da escola para serem desenvolvidas em suas aulas.

A Legislação básica que rege esse assunto (HTPC), Portaria CENP nº 1/96 L.C. nº 836/97, referenda:

. algumas finalidades:

“Articular os diversos segmentos da escola para a construção e implementação do seu trabalho pedagógico.

Fortalecer a unidade escolar como instância privilegiada do aperfeiçoamento de seu projeto pedagógico.

(Re)planejar e avaliar as atividades de sala de aula, tendo em vista as diretrizes comuns que a escola pretende imprimir ao processo ensino-aprendizagem.”

. alguns objetivos:

“I. Construir e implementar o projeto pedagógico da escola;

VI. promover o aperfeiçoamento individual e coletivo dos educadores.”.

. devem ser programadas atividades através de reuniões:

“I. entre professores de uma série, ciclo, área ou disciplina;

II. entre professores de todas as séries e/ou componentes curriculares.”.

Se levarmos em conta as recomendações apontadas nessa portaria em relação às finalidades, aos objetivos e às atividades a serem desenvolvidas nas HTPC, pode-

se notar que se exige das escolas a implementação do projeto pedagógico elaborado pelas mesmas.

No entanto, os horários de HTPC não podem ser utilizados pelo professor no planejamento, desenvolvimento e teste de experimentos a serem realizados com seus alunos como parte de suas ações no projeto pedagógico da escola.

Em relação às atividades programadas a serem desenvolvidas na HTPC, estão previstas reuniões entre as áreas, disciplinas ou componentes curriculares, mas, normalmente, o número de aulas de química em uma escola apenas contempla um professor dessa área em cada período escolar, com isso, os professores cumprem horários de HTPC diferentes, dificultando o desenvolvimento de um trabalho coletivo.

Uma das diretrizes propostas pelos PCNEM (Brasil, 1999a) para a reforma curricular do Ensino Médio diz respeito ao desenvolvimento de uma abordagem de ensino através da interdisciplinaridade que procure estabelecer na prática escolar, as inter-relações na construção do conhecimento de modo a abranger a complementaridade, convergência ou divergência. Segundo os PCNEM:

“Ao propor uma nova forma de organizar o currículo, trabalhado na perspectiva interdisciplinar e contextualizada, parte-se do pressuposto de que toda aprendizagem significativa implica uma relação sujeito-objetivo e que, para que esta se concretize, é necessário oferecer as condições para que os dois pólos do processo interajam.

A aprendizagem significativa pressupõe a existência de um referencial que permita aos alunos identificar e se identificar com as questões propostas.” (Brasil, 1999a).

Há um discurso elaborado de forma adequada no papel, porém não operacionalizado da mesma forma. Os professores não dispõem de momentos em que possam discutir, refletir, compreender, avaliar e construir uma proposta de trabalho que efetivamente estabeleça a *“relação sujeito-objetivo”* permitindo que os alunos participem efetivamente do processo ensino-aprendizagem. Pressupõe-se que essas propostas sejam elaboradas na HTPC, porém como mencionado anteriormente, essas reuniões não conseguem abranger os professores de uma mesma área, muito menos de um componente curricular (a divisão por áreas do conhecimento indicada pelos PCNEM). Assim, pouco pode ser validado como um real espaço de construção coletiva para uma aprendizagem mais significativa, muito menos para o professor de química ao propor, através do laboratório, estabelecer algumas mudanças em suas aulas, pois não é prevista na HTPC a preparação de aulas, mesmo estas sendo de caráter experimental.

Frente a tantas dificuldades, os professores acabam se acomodando, não reivindicando melhores condições de trabalho, pois com o número reduzido de aulas de química na grade curricular, são obrigados a suprir sua carga horária com um excessivo número de classes e até mesmo em diversas escolas. Eles desconhecem que as escolas recebem verbas para gastos com materiais de consumo ou permanentes, que são empregadas normalmente com artigos de higiene e papelaria, mas poderiam ser utilizadas para adquirir reagentes ou materiais para o laboratório. Quando os professores se propõem a realizar alguma atividade de laboratório, necessitam estar antes ou depois do horário de trabalho (correndo o risco de ser trancado dentro da escola) para prepará-la.

Assim, o discurso do professor é bem diferente do que consegue realizar em sala de aula, sendo necessário portanto que reivindique mudanças para uma melhoria das condições de trabalho, desde reformas estruturais no contexto escolar, como no sistema de ensino como um todo.

Na segunda etapa do levantamento das idéias prévias, os professores apontam que as atividades experimentais podem servir como algo motivador para a aprendizagem dos alunos vinculando-as a aspectos ligados ao conhecimento em geral (verificando ou criando conceitos e saindo do abstrato) e ao emocional (a empolgação e o despertar da curiosidade pela matéria).

Deve-se considerar, entretanto, que nem todos os alunos desfrutam das atividades práticas desenvolvidas em classe de igual maneira, mesmo os alunos que se encantam, podem encontrar alguns aspectos insatisfatórios. Outros destacam que o entusiasmo pelo trabalho prático muitas vezes diminui de forma significativa com a idade, uma vez que os experimentos se tornam mais direcionados, menos abertos e com procedimentos passo a passo (Hodson, 1994).

Algumas críticas podem ser feitas ao tipo de trabalho realizado nas atividades experimentais. Muitas vezes, apresentam procedimentos parecidos com a seqüência de uma 'receita de bolo', priorizando o lado operacional, com os alunos executando sem saber o porquê da realização da atividade e qual seu objetivo. Outro aspecto que pode ser criticado é o de que os professores utilizam as atividades experimentais como uma atividade diversificada da aula tradicional (expositiva), dando a estas um caráter atrativo e descontraído e não como um momento para construção do conhecimento.

Assim, ao invés de promover motivação, poderá acarretar desinteresse e frustrações tanto nos alunos como no professor, por não conseguir atingir os objetivos propostos.

Quanto à aprendizagem de técnicas, quatro professores consideram que os alunos as aprendem, pois ao manipularem os equipamentos adquirem habilidades e são capazes de criar e abstrair outras técnicas. Apontam também que os alunos desenvolvem a capacidade de criar, de entender o abstrato. Ainda, as técnicas são vistas como recursos para que os alunos construam seu conhecimento.

As justificativas dadas pelos professores indicam uma confusão no que diz respeito a adquirir técnicas. Apenas um professor fez referência a habilidades manuais ao se trabalhar com equipamentos, os demais relatam habilidades de raciocínio como criar, interpretar, observar, valorizar, entender, elaborar.

Segundo Barberá e Váldez (1996), não se ensinam processos cognitivos como observar, classificar ou realizar hipóteses como se fosse algo abstrato. Esses processos não são generalizáveis e transferíveis, são fortemente dependentes da teoria correspondente e estreitamente ligados a ela. Tais processos são normalmente utilizados pela criança antes mesmo dela frequentar a escola, cabendo ao professor ajudá-la a observar, classificar e formular hipóteses dentro de um contexto específico.

O professor não pode atribuir somente ao aluno a responsabilidade de aprender, o seu papel é extremamente importante no processo de ensino-aprendizagem como mediador, questionando, argumentando, instigando, decifrando a linguagem codificada (símbolos, regras, representações). Em sala de aula deve favorecer a aprendizagem do conhecimento e não simplesmente a repetição dos fatos para atribuição de nota, como um mero jogo da memória para o aluno.

Já três professores consideram apenas parcial a contribuição do ensino experimental para a aquisição de técnicas, justificando que os alunos dificilmente realizam atividades práticas, apenas assistem a demonstrações e somente poderiam ter domínio de técnicas se em suas aulas fosse apresentado um número maior e freqüente de experimentos.

De modo geral, o número de aulas de Química na rede pública de ensino é bem reduzido, ficando difícil a realização freqüente de aulas experimentais. Agora, se o quadro apresentado fosse outro, com uma quantidade maior de aulas, os objetivos dessas aulas deveriam ser melhores esclarecidos quanto ao tipo de habilidades que deveriam ser desenvolvidas, tais como as motoras, as cognitivas ou um conjunto delas.

Hodson (1994) argumenta que se deve deixar claro aos estudantes que algumas técnicas de laboratório deveriam ser ensinadas, pois podem facilitar a realização das atividades, e que a carência de determinadas habilidades não constitua uma barreira adicional para a aprendizagem. Assim, saber utilizar algumas técnicas pode facilitar a aprendizagem, porém não é essencial para que ocorra uma aprendizagem significativa.

Os professores, de modo geral, concordam que as atividades experimentais podem auxiliar a compreensão de conceitos científicos pelos alunos. Apontam, por exemplo, que as atividades experimentais são úteis para a aprendizagem de conceitos abstratos, deixando a 'teoria' mais clara.

Apenas dois professores argumentam que o aluno ao realizar um experimento pode formular (ou deduzir) a teoria que o explique. Tais reflexões parecem indicar que os professores consideram ser possível repetir fatos científicos no laboratório, como se historicamente os conhecimentos estivessem sendo esperados para serem descobertos, sem considerar os aspectos históricos, sociais e econômicos de cada época em que os fatos foram descobertos.

A maioria dos professores concorda que o laboratório serve para mostrar aos alunos como a Ciência é produzida, para que aprendam os detalhes dos fenômenos; para demonstrar as leis, conceitos e definições formuladas pelos cientistas. Apontam também que os alunos podem produzir ciência. Assim, os professores podem estar contribuindo para que os alunos construam uma idéia distorcida da Ciência e da metodologia científica.

A idéia de que *“...através do laboratório os educandos têm a possibilidade de ver na prática o que foi definido pelos cientistas”* pode caracterizar uma visão simplista de Ciência, em que o aluno possa reproduzir no laboratório o trabalho realizado pelos cientistas. Pode também estar reforçando uma visão pouco real do cientista, cuja objetividade está isenta de incertezas, pré-concepções e intencionalidades subjetivas (Barberá e Váldez, 1996).

Assim o ensino a partir das atividades experimentais pode ser pouco significativo, uma vez que tais atividades parecem estar vinculadas a uma idéia um tanto simplista de se fazer Ciência, atribuindo ao aluno o papel de um mini-cientista.

Deve-se considerar que as investigações científicas nem sempre são experimentais, muitas vezes implicam na busca das correlações com as teorias já existentes e na sistemática de causa e efeito (Hodson, 1994).

Quanto às leis, definições e teorias, não poderiam ser 'confirmadas' ou desenvolvidas apenas a partir das atividades experimentais, mas sim de uma relação direta e recíproca entre a teoria e a prática, existindo uma complementação entre si. Se os professores mantiverem a idéia de que as atividades experimentais podem reproduzir a Ciência, o trabalho experimental poderá se tornar infrutífero.

Os professores parecem acreditar ainda que a ciência está escondida por dentro dos fenômenos, esperando simplesmente ser descoberta, *“o mundo é um laboratório, o corpo é um laboratório ambulante, ou seja, ciência e laboratório andam de mãos dadas”*. Assim é possível notar que os professores cursistas apresentam uma visão simplista sobre a Ciência, não identificando as diferentes idéias de aprender ciências, aprender fatos da ciência e fazer ciências.

Ao serem questionados sobre a possibilidade do laboratório desenvolver atitudes científicas, os professores, em sua maioria, indicam a capacidade dos alunos em tomar decisões, raciocinando, levantando hipóteses, chegando a conceitos, desenvolvendo o senso crítico e a independência para criar novas atividades.

Tendo em vista as respostas dadas acima, pode-se notar a contradição nas idéias apresentadas pelos professores, pois para eles de modo geral, os experimentos são vinculados à motivação do aluno e não à construção do conhecimento, assim como o aluno poderá desenvolver as habilidades mencionadas anteriormente (raciocinar, tomar decisão, propor hipótese etc), se as atividades experimentais normalmente são propostas para 'ver na prática o que foi dado em sala', 'comprovar a teoria na prática' e não apresentadas com um aspecto investigativo.

Segundo Hodson (1994), *“praticar ciência é uma atividade reflexiva: o conhecimento e a habilidade que se tem em um momento concreto determinam a direção da investigação, e ao mesmo tempo, o fato de intervir em uma investigação faz com que nosso conhecimento melhore e que nossa perícia relativa ao procedimento se aperfeiçoe”*.

As atividades experimentais somente poderão desencadear uma ação reflexiva se forem bem conduzidas e estruturadas para este fim, pois se isto não ocorrer fica a experimentação pela experimentação, sem atingir um objetivo significativo para a aprendizagem.

Tendo em vista estes resultados iniciais, pode-se notar que os professores apresentam idéias confusas quanto ao papel das atividades experimentais e como estas podem ser conduzidas, bem como a não distinção da prática científica da prática escolar, podendo gerar obstáculos para uma aprendizagem significativa.

4.1.5 – Formação Acadêmica e o Conhecimento Experimental

Um aspecto relevante a ser questionado refere-se à formação dos professores durante a graduação, em especial a licenciatura em Química, tendo em vista os aspectos pedagógicos dados à experimentação, desde a utilização e adequação dos experimentos até a análise dos resultados com os alunos (discussão e encaminhamento da aula). Ou seja, procurou-se verificar se os professores cursistas receberam alguma formação reflexiva sobre o ensino experimental, ou apenas realizaram e se realizaram alguma atividade de caráter investigativo, podendo usá-las de modelo para suas aulas.

O recurso utilizado foi um questionário, identificado como Ficha B (Anexo 3), com os seguintes objetivos: identificar qual a ênfase dada às atividades experimentais nos cursos de graduação freqüentados pelos professores cursistas, investigar a segurança dos professores para a realização de atividades experimentais em relação aos seus conhecimentos e às condições de trabalhos e conhecer quais as fontes de informações conhecidas e utilizadas pelos professores.

Em relação à realização das atividades experimentais durante sua formação acadêmica, os professores deveriam identificar se tais atividades foram:

- suficientes para adquirir técnicas de laboratório;
- suficientes para adquirir conceitos;
- suficiente para adquirir segurança para desenvolver atividades experimentais com seus alunos;
- em quantidade insuficiente no decorrer do curso;
- não foram realizadas atividades experimentais.

Todos os professores mencionaram que realizaram atividades experimentais no curso de graduação.

Dos oito professores cursistas, cinco deles apontaram que as atividades experimentais em sua graduação foram suficientes para a aquisição de conceitos. Além disso, dois professores consideraram que o número de atividades foi suficiente para a aquisição de técnicas, e apenas um deles considerou insuficiente a quantidade de aulas práticas realizadas no decorrer de sua graduação.

Nenhum dos professores cursistas considerou ter adquirido, em sua formação, segurança suficiente para realizar experiências com seus alunos.

Neste aspecto pode-se considerar uma falha na formação acadêmica dos professores, pois possivelmente não foi discutido o papel do ensino experimental na construção do conhecimento, nem ao menos a dinâmica para atingir tais objetivos, uma vez que os professores apontam que apenas realizaram práticas para conhecer conceitos. Mas, não se sabe como ocorreu esse processo, se foi realizada alguma reflexão quanto aos objetivos e formas de encaminhamento dessas atividades, ou quanto a possibilidade de aplicar alguma destas atividades em suas salas de aulas, ou se no decorrer do curso foi previsto em alguma disciplina a discussão ou realização de atividades experimentais vinculadas à prática docente.

Quanto à segurança apresentada pelos professores, considerando seus conhecimentos atuais, quatro professores manifestaram que não se sentem seguros para realizar atividades práticas com os alunos, alegando que atuam pouco no laboratório e precisam aprimorar-se. Alegam, também, não possuírem certos conhecimentos e técnicas e isto cria um bloqueio cognitivo. Pode-se considerar que os problemas por eles citados refletem o modo pelo qual foi conduzida a sua formação.

Os outros quatro professores se sentem seguros para realizar as atividades experimentais. Os motivos apresentados para justificar tal segurança são diversos: a vivência industrial servindo de auxílio em sua prática, a recente formação acadêmica, o domínio dos conceitos e a realização de testes prévios para tentar levantar todos os possíveis erros.

Dentre os professores que executam práticas em suas aulas, um relata que a própria experiência profissional (industrial) lhe deu segurança para realizar as aulas práticas, outros dois se sentiriam seguros para realizar alguma atividade prática se conhecessem os conceitos a serem desenvolvidos e se certificassem dos possíveis erros no decorrer do experimento. Parece que a atuação profissional diferenciada favoreceu a auto-segurança do professor, mas não seria possível prever se tal conhecimento é suficiente para desenvolver um trabalho que vise o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Outro aspecto apontado, diz respeito a conhecer o experimento em si, ou seja, a possível falta de conhecimento do professor parece impedir sua ação docente quanto a realização de atividades práticas.

Todos os oito professores mencionaram algum tipo de insegurança. Três deles se sentem inseguros apenas quando o experimento a ser realizado é 'complexo', não indicando porém o significado dessa complexidade. Um professor se sente inseguro com o elevado número de alunos no laboratório, o que, segundo ele, torna difícil o

controle da classe e outros três apontam que a falta de materiais com conseqüente improvisação, os deixam inseguros.

Tem-se assim indícios da carência de condições de trabalho oferecidas pelas escolas públicas, onde o professor que deseja realizar algum tipo de atividade experimental tem que ser 'malabarista', tentando ultrapassar tantos obstáculos presentes em sua realidade. É necessário, então, que se lute por mais e melhores recursos de trabalho, mas para isso, os próprios professores têm que se sentir incomodados o suficiente com a sua prática e cogitarem uma mudança em sua maneira de atuar.

Quanto às fontes de informações utilizadas ou conhecidas pelos professores temos em ordem de destaque:

- livros didáticos (7);
- internet (5);
- revistas / apostilas da faculdade / livros paradidáticos (2);
- faculdade / livros específicos (farmacopéia, reagentes e soluções) / apostilas (1).

Nesta questão pode-se observar um número elevado de indicações para os livros didáticos, sendo que os mesmos normalmente apresentam apenas experimentos de verificação de conceitos ou curiosidades, em tópicos como 'para saber mais', não se notando neles abordagens relacionadas à construção do conhecimento. Já na internet, que aparece como a segunda preferência, podem ser encontrados experimentos sofisticados que necessitam de equipamentos e reagentes específicos, o que pode dificultar a adaptação dos mesmos para sala de aula. Há, também experimentos simples que podem ser de fácil realização numa escola pública, mas que, na maioria das vezes, não indicam como trabalhar tal atividade em sala de aula. Em contrapartida, são poucos os professores que citaram materiais específicos sobre atividades experimentais como, por exemplo, os "Subsídios da Proposta Curricular" (São Paulo, 1978), livros de experimentos ou projetos alternativos de ensino. Somente um dos professores citou como material de apoio a revista "Química Nova na Escola".

Desse modo, as dificuldades enfrentadas pelos professores, dizem respeito não apenas aos aspectos operacionais, mas à falta ou inadequação de fontes de informações para tentarem realizar alguma atividade experimental diferenciada das apresentadas tradicionalmente, como receituário e com o objetivo somente de comprovação de conteúdos.

4.1.6 – Idéias Prévias sobre o Ensino de Eletroquímica

Tendo em vista conhecer como os professores abordam o ensino de eletroquímica no Ensino Médio, foram buscadas informações sobre seus planos de curso (Anexo 4), procurando-se identificar em que momento do ensino médio são abordados tais conceitos, como os professores justificam a escolha do período em que serão desenvolvidos, quais os tópicos tratados e quais os recursos didáticos usados pelos professores nesse momento. Procurou-se conhecer também as expectativas dos professores quanto aos conceitos que deveriam ser enfatizados neste curso de formação continuada para promover a melhoria de suas aulas.

Dos oito professores cursistas, cinco deles abordam o assunto 'eletroquímica' no ensino médio e relatam que os mesmos são introduzidos em seus planos de ensino levando em conta alguns conhecimentos prévios que os alunos deverão apresentar para que se possa ser iniciado tal estudo. Os conhecimentos prévios apontados pelos professores foram: reações químicas, funções inorgânicas, atomística e ligações químicas. A seqüência no plano de curso é apresentada abaixo:

“...a partir do momento em que os alunos já têm o conceito de reações químicas e funções inorgânicas.”

“...sempre inicio no 2º ano, primeiramente é abordado balanceamento de equações químicas, introduzindo assim acertos de coeficientes nas equações de oxirredução”

“No início do 2º ano quando se iniciam as funções inorgânicas.”

“...meu planejamento prevê a introdução à eletroquímica após a aplicação dos conceitos de ligações químicas e físico-química, quando inicio os conceitos de reações (óxido-redução).”.

Outros dois professores alegaram que não abordam o tema porque o sistema do curso no qual lecionam é do tipo supletivo, não havendo tempo suficiente para tratar desse conteúdo. Há ainda um professor que não inclui o assunto em seu plano de curso.

Observa-se que os professores desenvolvem os conteúdos seguindo a maneira tradicional de ensino, com uma seqüência padrão, de acordo com os livros didáticos, na forma de capítulos e assuntos pré-determinados. Não se percebeu nenhuma abordagem que apontasse para um contexto integrador para gerar um conhecimento significativo.

A tabela 4.3 apresenta os tópicos de eletroquímica que na visão dos professores devem ser abordados no ensino médio, bem como o número de professores que os indicaram.

Tabela 4.3 – Tópicos de eletroquímica.

Assunto	Nº. de professores que indicaram cada assunto
Reações de óxido-redução	7
Estequiometria	4
Número de oxidação	4
Potenciais de redução /eletrodo	3
Pilhas	3
Agente oxidante e redutor	2
Soluções	2
Eletrólise	2
Oxidação	1
Redução	1
Eletrodos	1
Energia	1
Eletrólitos	1
“Número de mol”	1

Tendo em vista esses resultados, percebe-se que são poucos os consensos em termos do que ensinar sobre eletroquímica. Os professores apontaram as reações de óxido-redução, embora os termos oxidação e redução tenham sido citados de forma isolada, por apenas um professor. Os assuntos “pilhas” e “eletrólise”, que se referem à aplicação no cotidiano das reações de óxido-redução, foram pouco mencionados (3 e 2 professores respectivamente). Chama a atenção a indicação dos conceitos de soluções (2 professores) e de eletrólitos (1 professor) a serem desenvolvidos na eletroquímica pois, em geral, tais assuntos são apresentados nos livros didáticos sem a conexão direta com a eletroquímica. Deve-se salientar que tais assuntos são importantes para o entendimento de outros tópicos apontados pelos professores.

Outro ponto a ser discutido refere-se aos recursos didáticos utilizados ou que gostariam de utilizar para lecionar os conteúdos de eletroquímica citados pelos professores. Dos que abordam esse tópico, dois professores o fazem através de aulas teóricas, usando a lousa e giz e outros dois abordam somente os conceitos básicos apontados nos livros didáticos.

Quanto aos recursos que gostariam de utilizar, sete professores demonstram o interesse pelas atividades práticas, alegando que os conceitos teóricos sobre eletroquímica são bastante abstratos, os materiais utilizados deveriam ser de fácil acesso, as aulas poderiam ser demonstrativas e ser desenvolvido na prática todo conteúdo teórico. Além disso, um professor aponta que gostaria de utilizar o laboratório, mas para isso, irá usar o curso de formação continuada como referência, “...gostaria que no curso fossem desenvolvidas experiências relacionadas à eletroquímica que dessem para ser utilizadas em sala de aula”, não fazendo outras considerações em relação aos seus próprios recursos.

De modo geral, o ensino de eletroquímica é realizado simplesmente através de algoritmos, não se estabelecendo nenhuma contextualização com o cotidiano do aluno, e, ao tratar do cotidiano, o enfoque é apenas ilustrativo.

O último ponto em questão refere-se aos conceitos que os professores consideram importantes estarem sendo tratados no curso de formação continuada para poderem melhorar sua atuação em sala de aula. Estes assuntos são apresentados na tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Conceitos a serem tratados no curso

Conteúdos	Nº. de professores que indicaram tais conteúdos
Óxido-redução	5
Pilhas	2
Balanceamento de reações	1
Eletrólise	1
Número de oxidação	1
Energia	1
Eletrólitos	1
Lei de Hess	1
Velocidade de reação	1
‘Conceitos principais’, independente da complexidade	1

Os professores parecem ter dificuldade em relação ao conceito de oxidação-redução. Quanto aos outros conceitos apontados, percebe-se que não há uma convergência nas opiniões. Pode-se especular que os professores estão satisfeitos com o nível de seu conhecimento sobre os assuntos, não havendo necessidade de tratá-los no curso, ou por não tratarem de tais conteúdos no ensino médio, não são capazes de apresentar várias sugestões. Chama a atenção que os conteúdos de

velocidade de reação e Lei de Hess, que aparecem nas respostas dadas por eles, não têm relação direta com eletroquímica. Apesar de alguns professores cursistas ensinarem eletroquímica, nota-se que eles não têm muita familiaridade com o tema, pois apontam a óxido-redução – um dos conteúdos fundamentais em eletroquímica – como um conceito a ser resgatado pelo curso de formação continuada.

Os professores também relataram algumas expectativas para o curso, tais como: o desenvolvimento de experiências de fácil compreensão para os alunos; uma explicação mais fácil das equações matemáticas; e a associação dos conteúdos de eletroquímica com o cotidiano e os processos industriais.

De modo geral, os professores cursistas necessitam de uma orientação para poderem inserir os conceitos de eletroquímica em seus planos de curso de forma que os alunos passem a entender e associar esses conhecimentos ao seu cotidiano, e aprendam significativamente, não apenas por algoritmos.

4.2 – Apresentação e Análise de Cada Encontro com os Professores

Serão apresentados os objetivos das atividades em cada um dos encontros com os professores cursistas.

Após o relato das respostas dadas pelos professores cursistas, será apresentada a análise do pesquisador por encontro.

4.2.1 – 1º Encontro

Objetivos Gerais:

Procurou-se fazer um levantamento do perfil dos professores cursistas para que se pudesse conhecer a natureza de sua formação acadêmica, sua experiência profissional e suas condições de trabalho na escola, além de possíveis dificuldades conceituais e operacionais, referentes à realização de atividades práticas.

As atividades e os textos propostos nesse encontro, além de tentarem identificar a visão apresentada pelos professores sobre as atividades experimentais, buscaram criar um conflito cognitivo em relação à experimentação.

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

1) Informações sobre os professores (“Ficha Cadastral” – Anexo 1):

- verificar qual o curso de graduação realizado, o tempo de magistério e se há e como vem sendo usado o laboratório nas escolas em que lecionam.

2) Levantamento das idéias prévias sobre a experimentação no ensino de química (Ficha A – Anexo 2):

- conhecer as idéias dos professores sobre o uso de atividades experimentais, se as realizam ou não, e quais seus objetivos (reforçar, comprovar ou introduzir conceitos);
- verificar as condições e as dificuldades encontradas pelos professores ao realizarem atividades experimentais;
- conhecer a opinião dos professores quanto ao papel da experimentação, a partir de afirmações acerca da motivação, das técnicas, dos conhecimentos científicos, da Ciência e das atividades experimentais e compará-las a dados da literatura.

3) Levantamento das dificuldades dos professores em relação às atividades práticas (Ficha B – Anexo 3):

- conhecer se durante a formação do professor foram desenvolvidas atividades experimentais que pudessem favorecer sua atuação em sala de aula;
- identificar o quanto os professores se sentem seguros em relação aos seus conhecimentos atuais para a realização de atividades práticas;
- identificar o quanto os professores se sentem seguros em relação as suas condições de trabalhos atuais para a realização de atividades práticas;
- conhecer quais são os materiais de apoio utilizados pelos professores, ou que pretendem utilizar, ao realizarem experiências em laboratório.

4) Trabalho com o texto “Conteúdo – Procedimentos e Atitudes”¹⁷:

- levar ao conhecimento dos professores que os conteúdos de aprendizagem dizem respeito a: conceitos (conhecimentos específicos), procedimentos (conhecimentos de ação) e atitudes (conhecimentos de valor).

¹⁷ COLL, César. *Psicologia e Currículo: Uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. Tradução: Cláudia Shilling. São Paulo: Ática, 1996.

5) Trabalho com esquemas sobre o ensino experimental¹⁸:

- levar os professores a refletir sobre o grau de importância dado às atividades experimentais no processo de ensino aprendizagem;
- expor aos professores possíveis diferenças entre trabalhos práticos, de laboratório e experimentos no ensino.

6) Análise de roteiros experimentais quanto ao tipo de atividade proposta e sua operacionalidade:

- propor aos professores a realização de atividades experimentais com características investigativas, ilustrativas e operacionais;
- apresentar fontes de informação ao professor sobre a periculosidade de materiais propostos nos experimentos;
- levar ao conhecimento do professor a importância de se analisar os procedimentos a serem seguidos em uma atividade prática.

7) Apresentação das idéias sobre a experimentação veiculadas na “Proposta Curricular para o Ensino de Química” e nos PCNEM:¹⁹

- mostrar ao professor quais os objetivos propostos pelos estatutos educacionais da década de 80 e os atuais quanto ao uso das atividades práticas em sala de aula.

Objetivos das Atividades Experimentais Realizadas:

- “Quando se misturam reagentes, será que tudo se transforma em produtos?”²⁰ – interação de palha de aço com solução de sulfato de cobre (II)
- apresentar aos professores uma atividade experimental de caráter investigativo, que busca introduzir a idéia da proporção existente entre as quantidades de reagentes em uma transformação química.

¹⁸ HODSON, D. “Experimentos em Ciências e Ensino de Ciências”. *Educational Philosophy and Theory*. 20, 1988, p. 53–66.

UNESCO. *Manual de metodologia de la Enseñanza de La Química, Versión preliminar: Selección de Experiencias de Laboratorio y Demonstrativas*. Argentina: Unesco, 1987.

¹⁹ SÃO PAULO (Estado) Sec. da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta Curricular para o Ensino de Química – 2º grau*. São Paulo, SE/CENP, 1988.

BRASIL (país) Secretaria de Educação Média e Tecnológica: Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasil: MEC, 1999, v. 3.

²⁰ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Livro de laboratório: Módulo I e II: Interações e Transformações I: Química para o Ensino Médio*. São Paulo: EDUSP, 1998.

➤ Eletrólise da água²¹

- mostrar aos professores uma atividade experimental com caráter de verificação, apresentando no roteiro os resultados a serem obtidos pelos estudantes ao realizarem suas observações;
- estabelecer, junto com os professores, uma análise comparativa dos experimentos realizados em relação a: organização, materiais utilizados, execução do experimento, coleta e análise dos dados e condução da aula prática;
- incitar os professores a refletir sobre as exigências cognitivas presentes em cada experimento.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

As questões apresentadas para a avaliação do encontro (Anexo 14) referem-se às opiniões dos professores sobre os assuntos discutidos durante o encontro, verificando quais atividades consideraram importantes e quais as idéias eram desconhecidas por eles.

Os professores consideram importantes: a própria execução das atividades (caráter operacional), sua postura em relação ao trabalho solicitado e a reflexão sobre o papel da experimentação no ensino de Química.

Os professores, no âmbito operacional, destacaram a simplicidade dos materiais usados e dos roteiros, a organização, a execução, a necessidade de improvisação ao realizarem os experimentos propostos, sendo apresentados a seguir alguns relatos:

“Simplicidade de experimentos...”

“Demonstrações também são interessantes.”

“Valorização das técnicas a serem utilizadas.”

“...o importante também é saber improvisar.”

“A questão da organização, que mostra bem a aplicabilidade das experiências.”

“É mais válido aplicar uma atividade simples do que uma complexa, pois a simplicidade dos fatos pode até mesmo enriquecer o conhecimento dos alunos.”

“Analisar o experimento antes de propor aos alunos.”

Já no aspecto da atitude, os professores apontaram que perceberam a importância das atividades práticas, para a melhoria da interação entre o professor e os

²¹ LEMBO, A. *Química: Realidade e Contexto: Química Geral*. São Paulo: Ática, 1999, v. 1.

alunos e para a valorização da construção dos conhecimentos. A seguir são apresentadas as idéias dos professores sobre as atitudes:

“Trabalho em equipe.”

“Dividir tarefas.”

“Indução à auto-estima.”

“Estimular o aluno a perder o medo de realizar experimentos.”

“Outra coisa importante observada é a preocupação com os alunos na questão do entendimento dos procedimentos e conceitos embutidos nos experimentos...”

Verificando as respostas dadas pelos professores, cinco deles consideraram que a execução das atividades deve estar cercada de cuidados como testes prévios e atenção para situações que necessitem de improvisação. E que as atividades devem ser apresentadas de maneira simples, fazer uso de técnicas e mostrar claramente os seus objetivos.

Os outros três professores mencionaram a importância do papel do professor ao desenvolver atividades práticas, procurando promover uma dinâmica entre os alunos, realizando trabalhos em equipe, buscando uma interação entre os alunos e o próprio professor.

Outro aspecto interessante a ser apontado corresponde às reflexões dos professores quanto ao papel do ensino experimental. Seis deles informaram que as atividades de laboratório não servem apenas para comprovar a teoria. Elas podem: *“...desenvolver no aluno a criatividade e o raciocínio.”*, *“...questionar para forçar o raciocínio.”*, *“...induzir o aluno a levantar hipóteses e tirar conclusões...”*. Os professores também consideraram que o tipo de atividade proposta aos alunos pode levar a desenvolver determinadas habilidades como criar e levantar hipóteses, raciocinar, observar, tirar conclusões, mas, para que isso aconteça, é necessário que o professor reflita sobre sua ação, como menciona um dos professores: *“O importante é saber reconhecer conceitos e atitudes que o professor ao desenvolver com os alunos torne-os mais observadores para construírem seus próprios conhecimentos e que, conseqüentemente, alcancem seus objetivos no ensino aprendizagem.”*

Em relação às novas idéias apresentadas nos encontros, seis professores fizeram referência ao texto “Conteúdo – Procedimento e Atitude”, que os levaram à reflexão sobre os diversos tipos de saberes, em que situações deveriam valorizar cada um deles, mesmo que o desenvolvimento de atividades experimentais tenha sido

caracterizado apenas como executar procedimentos. A seguir são apresentadas algumas respostas dadas pelos professores relativas a aquisição de conhecimento:

“Estabelecer conceitos, procedimentos e atitudes.”

“Diferenciar os tipos de conhecimentos.”

“...a idéia de fazer um roteiro prático, devendo conter a parte conceitual, procedimental e atitudinal.”

“...a idéia de que pode-se ter a experiência intencional direta.”

“Que procedimento não se resume apenas na execução, mas também na observação.”

“...o texto ‘Procedimentos e atitudes’ nos dá uma visão ampla da utilização do experimento nas aulas de química, pois apresenta os diversos tipos de comportamento que o aluno terá diante da experimentação.”.

O interessante a ser destacado é que dois professores assumem que suas idéias já mudaram devido à discussão inicial quanto à realização de experimentos com objetivos diferentes da simples verificação de conceitos. A seguir relatam-se as afirmações desses professores:

“...a aplicação da atividade experimental como instrumento de estímulo ao trabalho em equipe, à criatividade, ao senso de organização e observação. Esse novo enfoque muda minha idéia inicial²² que era ‘a experiência como comprovação e demonstração do conteúdo’”

“...eu pensava que num roteiro devia constar somente a parte procedimental (saber fazer), com a idéia de manipular os materiais, ou seja, saber técnicas.”.

Um professor apontou ser novo para ele que o roteiro experimental presente em um livro didático possa apresentar erros, alegando que *“...nem sempre o roteiro está correto”*, como se não coubesse ao professor uma análise do experimento a ser executado, a não ser em relação à disponibilidade dos materiais.

Outro tópico abordado pelos professores diz respeito à ação do professor no encaminhamento da atividade experimental. Apenas dois professores se preocuparam em resgatar a participação do aluno de forma mais ativa, no âmbito intelectual e não somente operacional, como mencionado abaixo:

“...a idéia de usar o lado dos experimentos para que o aluno não pense que laboratório é somente para realização operacional e sim buscar entender, compreender, reconhecer e

²² Grifo do pesquisador.

usar esses experimentos como um dos recursos para sanar e aprimorar as suas dúvidas e conhecimentos.”

“...não devemos dar as respostas e sim questionar.”

Análise do Encontro

Os professores, ao apontarem o aspecto operacional das atividades experimentais propostas, valorizaram o auto-conhecimento e a atenção que deverão ter ao tentarem conduzir as atividades práticas junto a seus alunos. Por outro lado, apontaram que não há necessidade de técnicas ou materiais complexos para a execução das atividades práticas e sim um objetivo pré-determinado e de fácil compreensão para os alunos.

Experimentos considerados difíceis, isto é, que exigem montagem complexa de equipamentos, a preparação e pesagem prévia dos materiais, a calibração dos equipamentos, demandam dos alunos habilidades específicas, podendo se constituir em barreiras para o aprendizado, pois reduzem o tempo da coleta de dados e a interpretação dos resultados, gerando dificuldades para se atingirem os objetivos propostos (Hodson, 1994).

Dentro do processo de ensino-aprendizagem de modo geral, se faz *“necessário que o professor saiba transformar os conteúdos em um conhecimento pedagogicamente assimilável pelos alunos.”* (Zanon e Silva, 2000). Desse modo, o professor deveria compreender que sua ação é extremamente importante para que o aluno construa e reconstrua seus conhecimentos. Astolfi e Develay²³ revelam que *“o valor intrínseco de um conteúdo nunca é suficiente para fundar sua inserção didática. Afirmam que esta depende também de um projeto educativo que conduza a uma seleção dentre as várias possibilidades, tornando-se inevitável o cuidado na transposição didática, principalmente, nas disciplinas científicas”* (apud Zanon e Silva, 2000).

Assim, pode-se considerar que o professor deverá participar ativamente no desenvolvimento das atividades experimentais de caráter investigativo, tendo a função de conduzir os alunos usando como recurso a instigação, para que eles elaborem hipóteses, façam uma avaliação das mesmas e dêem credibilidade às suas idéias, podendo chegar, assim, às suas próprias conclusões.

²³ ASTOLFI, J. P. & DEVELAY, M. A *Didática das Ciências*. Campinas-SP: Papirus, 1990.

No que diz respeito à reflexão dos professores quanto ao papel das atividades experimentais, após a realização de algumas atividades de caráter investigativo, seis deles indicaram que os experimentos não servem apenas para comprovar a teoria, contradizendo o que informaram no início do curso, quando apenas um considerou que as atividades experimentais poderiam servir como um instrumento para a construção do conhecimento.

É possível destacar que as idéias colocadas em discussão nesse momento estabeleceram um conflito nas concepções dos professores em relação ao papel do ensino experimental, sendo apresentadas a seguir algumas de suas reflexões:

“Um experimento não serve apenas para comprovar teoria mas, para desenvolver no aluno a criatividade e o raciocínio.”

“Para o desenvolvimento de atividades experimentais é importante ter objetivos, intenções e preparos...”

“O uso da experimentação para o desenvolvimento²⁴ e não para a comprovação de conceitos.”

“Não basta lidar somente com a teoria e nem somente com a experimentação, mas é preciso a interação desses dois momentos para o avanço da aprendizagem.”

“Entender melhor a utilidade do laboratório no ensino de Química.”

“Questionar para forçar o raciocínio.”

“O importante é saber reconhecer conceitos e atitudes que o professor ao desenvolver com os alunos torne-se mais observadores e que construam seus próprios conhecimentos que conseqüentemente alcancem seus objetivos no ensino aprendizagem.”

“A construção do conhecimento procedimental²⁵ enfocando o estímulo à formulação de hipóteses.”

“...um experimento deve induzir o aluno a levantar hipóteses e tirar conclusões...”

“...o professor deve testar a aula antes, permitindo ao mesmo, compreender e visualizar os imprevistos...”

Segundo Minguens e Garrett (1991), o professor deveria pensar qual o papel, a natureza e o objetivo envolvido ao realizar a atividade prática proposta. Os professores podem tratar a mesma atividade prática de várias maneiras, dependendo exclusivamente dos objetivos a serem atingidos, ou seja, qual o tratamento e o contexto que ele irá disponibilizar para os alunos. Normalmente, os professores

²⁴ Grifo do professor cursista.

²⁵ Grifo do professor cursista.

propõem que os alunos apenas sigam mecanicamente os passos dos procedimentos, sem estimular perguntas e sem propor o estabelecimento de relações com o que está sendo aplicado.

Assim, pode-se notar que um desequilíbrio foi estabelecido nesse encontro quanto ao papel da experimentação no ensino de Química. Os professores já se sentiram 'incomodados' com o modo como utilizam ou como pensam que deveriam ser propostas as atividades experimentais aos alunos, como mera verificação dos fatos, sem deixar que eles participassem da construção do conhecimento. Talvez um obstáculo a ser vencido pelo professor diz respeito à crença de que o aluno chega à escola como uma 'tábula rasa', não levando em consideração as idéias que os estudantes trazem de forma não organizada como demandam as atividades escolares. Tais idéias podem contribuir para a elaboração de concepções errôneas de conceitos científicos. Assim, cabe ao professor apresentar situações nas quais essas concepções sejam explicitadas e conflitadas, de forma a auxiliar os estudantes a reconstruírem suas idéias.

4.2.2 – 2º Encontro

Objetivos Gerais:

Nesse encontro, o tema específico foi eletroquímica, tentando buscar informações sobre o que e como ensinavam esse conteúdo. A partir dessas informações (vide item 4.1.6), a idéia era propor uma organização diferente da tradicional para o ensino de eletroquímica.

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

1) Levantamento das idéias prévias dos professores sobre o ensino de eletroquímica (Anexo 4):

- identificar em que momento do curso do ensino médio, os professores ensinam os conceitos de eletroquímica;
- verificar os tópicos de eletroquímica que os professores consideram importantes serem desenvolvidos em sala de aula;
- conhecer os recursos didáticos usados pelos professores ou que gostariam de utilizar em suas aulas para ensinar os conceitos de eletroquímica;

- conhecer as expectativas dos professores em relação ao conteúdo de eletroquímica a ser abordado no curso.

2) Trabalho com o texto sobre mapas conceituais²⁶:

- verificar quais os conhecimentos do professor sobre “mapa conceitual”;
- levar ao conhecimento dos professores uma proposta de trabalho através do uso de mapas conceituais, como uma metodologia diferenciada para a organização de planos de ensino e dos conteúdos ou como instrumento de avaliação.

3) Elaboração de um mapa conceitual sobre o tema de eletroquímica:

- verificar os conceitos considerados essenciais pelo professor ao ensinar o conteúdo de eletroquímica;
- propor aos professores a elaboração de mapas conceituais a partir dos conceitos apontados por eles;
- conhecer as considerações feitas pelos professores ao elaborarem os mapas conceituais.

4) Análise e construção de roteiros experimentais

- levar ao conhecimento dos professores, diferentes habilidades que podem ser desenvolvidas através das atividades experimentais;
- determinar, juntamente com os professores, os objetivos e os conceitos desenvolvidos em determinado experimento;
- propor aos professores a elaboração de um roteiro experimental a partir dos materiais e reagentes disponíveis;
- conhecer as considerações dos professores ao proporem seus experimentos.

5) Trabalho com o texto “Buscando Respostas – Novas Idéias”²⁷ sobre a reatividade dos elementos químicos e número de oxidação:

- levar ao conhecimento dos professores a origem histórica do conceito de oxidação.

²⁶ MOREIRA, M. A. & BUCHWEITZ, B. *Mapas conceituais: Instrumentos Didáticos de Avaliação e de Análise de Currículos*. São Paulo: Moraes, 1987.

²⁷ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: Livro do Aluno*. São Paulo: EDUSP, 1998.

Objetivos das Atividades Experimentais Realizadas:

- Queima do magnésio e do enxofre²⁸
 - apresentar aos professores uma possibilidade de abordagem para se discutir a origem do conceito de oxidação e sua primeira generalização;
 - propor aos professores a análise do roteiro do experimento realizado, quanto ao procedimento, à coleta dos dados e à organização das idéias.

- Interação de magnésio com solução de ácido clorídrico²⁹
 - introduzir o conceito de oxidação e redução.

- Interação de alguns metais com solução de ácido clorídrico³⁰
 - mostrar aos professores a possibilidade de estabelecer uma ordem de reatividade dos metais;
 - propor aos professores a análise do roteiro do experimento realizado, quanto ao procedimento, à coleta dos dados e à organização das idéias.

- Interação de alguns metais com as soluções de íons metálicos
 - solicitar do professor a elaboração de uma aula experimental a partir das observações sobre o comportamento de metais quando em contato com soluções que contém cátions de outros metais;
 - requerer dos professores a elaboração de um procedimento para o experimento;
 - verificar como os professores propõem a coleta de dados;
 - conhecer como os professores estabelecem a condução da aula.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

Na avaliação deste encontro procurou-se verificar quais idéias abordadas foram consideradas novas pelos professores (Anexo 14).

Dentre as respostas dadas destacam-se: algumas características em relação à própria prática de laboratório, a maneira como os conceitos químicos foram abordados,

²⁸ Adaptado de GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações I: Química para o 2º Grau: Livro do Aluno*. São Paulo: EDUSP, 1994.

²⁹ Adaptado de GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) – Laboratório Aberto. *Apostila de Laboratório*.

³⁰ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: guia do professor*. São Paulo: EDUSP, 1998.

a organização das idéias através de mapas conceituais e a ação reflexiva do professor quanto à elaboração e à condução das atividades práticas em sala de aula.

Tendo em vista as atividades práticas, dois professores apontam que a experiência da interação de alguns metais com as soluções de outros íons foi nova para eles.

Em relação ao conceito de oxidação e de redução apontados no texto "Buscando Respostas – Novas Idéias", um dos professores considerou a idéia nova, *"...achei interessante a forma como realmente ocorre a oxidação e a redução, ou seja, de onde parte a idéia das quantidades de oxigênio ganhados ou perdidos."* Na verdade, o que foi discutido refere-se ao fato histórico de como foi concebida a idéia de "oxidação" de uma espécie ao ganhar ou perder oxigênio.

Os professores apontaram os mapas conceituais como algo novo discutido no encontro. Algumas das idéias apresentadas foram:

"...o mapa conceitual relaciona o tema principal possibilitando a inclusão de outros fatores."

"...o mapa conceitual torna mais prático e eficiente o planejamento dos conteúdos."

"...nós estávamos acostumados a fazer as ligações dos temas de maneira linear."

Já outro ponto interessante que deve ser colocado em destaque, corresponde à reflexão dos professores quanto ao papel das atividades experimentais executadas por eles, sendo apresentados os seguintes depoimentos:

"Eu não tinha a mínima noção de como montar um procedimento para trabalhar a reatividade dos metais...pois sempre que entrava no assunto, sentia sempre a necessidade de um experimento para mostrar a fila de reatividade dos mesmos."

"O interessante é construir um roteiro simples, de fácil entendimento, com presenças de tabelas e questões para a análise dos dados, facilitando assim o caminho da realização da atividade."

"Num roteiro de atividades práticas não se deve colocar questões que possam induzir o aluno, sem ao menos observar e interpretar os dados."

"A forma de levar o aluno a chegar nos objetivos de cada experiência realizada é bem inovadora e faz com que o aluno participe mais das aulas."

Análise do Encontro

Nesse encontro procurou-se verificar como os professores aplicariam, a uma situação concreta, as idéias discutidas sobre o papel das atividades experimentais. Foi

proposto que elaborassem um roteiro experimental de caráter investigativo para explorar a reatividade dos metais, ampliando os conceitos abordados no experimento anterior (interação de metais com solução ácida). Para isso, os professores dispunham dos seguintes materiais: raspas metálicas de cobre, zinco, magnésio; palha de aço ou pregos; e soluções aquosas de sulfato de cobre (II), sulfato de zinco, sulfato de magnésio e nitrato de ferro (III) nas concentrações de 0,1 mol/L.

Dois professores consideraram como algo novo a execução do experimento sobre a interação de metais com soluções de íons metálicos, apesar de conhecerem a ‘fila de reatividade dos metais’ apresentada nos livros didáticos. Eles não conseguiram aplicar esse conhecimento para propor um experimento que contemplasse o que estava sendo solicitado. Apesar disso, eles propuseram a interação dos metais disponíveis (cobre, zinco, magnésio e ferro) com a solução de sulfato de cobre (II). Apenas, as soluções dos demais íons não foram utilizadas.

Algo mais intrigante é que outros três professores também propuseram um experimento dessa forma, alegando que utilizaram a solução de sulfato de cobre (II) por ser colorida, servindo como padrão de coloração. Também, devido a pouca disponibilidade de tempo para realização do experimento em sala de aula e por já conhecer o “deslocamento/reatividade” dos metais com essa solução. Além disso, um outro professor propôs apenas a interação dos metais zinco e ferro com a solução de sulfato de cobre (II). Apenas dois professores elaboraram o experimento considerando a interação de todos os metais com todas as soluções.

Assim, pode-se considerar, que os professores apresentam dificuldades de planejar uma aula experimental investigativa e de compreender as vantagens ou contribuições que um experimento dessa natureza pode trazer ao aluno quando se considera o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Pode-se especular se os professores têm o conhecimento químico necessário e específico sobre a reatividade dos metais para poderem propor uma atividade com caráter investigativo.

Em relação ao conceito de oxidação e redução apresentado no texto “Buscando Respostas – Novas Idéias”, um professor o considerou como algo novo. O que se pretendia naquele momento, era justificar historicamente o uso dos termos redução e oxidação em química. Cabe ressaltar entretanto que o uso da história no ensino pode ir além do conhecimento específico propriamente dito.

Segundo a “Proposta Curricular”, a introdução da História da Ciência no ensino de Química permite:

“...a abordagem de aspectos importantes para a compreensão do processo de elaboração do conhecimento...considerando a história não como uma coleção de erros a serem evitados, o que levaria à afirmação de que a ciência é quase perfeita...mas como um referencial onde acertos e erros convivem, permutando seu status, num processo de idas e voltas constantes, ora a caminho do que entende por progresso, ora da dúvida.” (São Paulo, 1988).

Além disso, a mesma proposta sugere que o estudo da História da Ciência seja desenvolvido em:

“...determinados momentos do programa, possibilitando a descrição da elaboração do processo científico com os conflitos que o acompanharam, fato comumente ignorado pelos livros didáticos.” (São Paulo, 1988).

Em geral, os fatos históricos são abordados nas salas de aula como simples relatos de experiências realizadas pelos cientistas, como meras descobertas, não levando em conta o contexto da época. Isso implica em uma visão reducionista dos professores em relação à história da Ciência e sua utilização para o ensino. Deve-se considerar também que os conhecimentos sobre história da Ciência nem sempre são enfatizados nos cursos de Licenciatura, podendo ocorrer, dessa forma, lacunas na formação do professor.

Os professores que consideraram o mapa conceitual como algo novo, alegaram a possibilidade de utilizá-lo como uma ferramenta para organização dos conteúdos a serem desenvolvidos nas aulas ou como uma proposta de planejamento de curso. Outro aspecto apontado por um professor foi a organização dos conceitos de forma não linear, o que permitiria a apresentação dos conteúdos de forma não compartimentada, em contraposição ao que é feito no ensino tradicional. Nesse, as inter-relações entre os conteúdos são muitas vezes negligenciadas, cabendo aos alunos as estabelecerem por conta própria sem que tenham sido preparados para isso. Assim, acabam ‘aprendendo’ conceitos desconectados.

Os professores, de modo geral, como já comentado anteriormente, apresentam uma visão simplista das atividades experimentais. A efetiva aprendizagem de alguns conceitos somente poderá ser atingida quando forem proporcionadas atividades em que o aluno reflita sobre o assunto estudado. As atividades práticas desenvolvidas através de estratégias que apontam para um contexto investigativo poderão favorecer a aprendizagem em níveis cognitivos mais complexos.

Segundo Zanon e Silva (2000), a experimentação pode servir como uma estratégia dinâmica e interativa, que privilegia a negociação de significados de saberes

e favorece a construção de conhecimentos a partir da exploração de contextos (reais ou criados), podendo estimular a atividade cognitiva e desenvolver algumas potencialidades dos alunos para a vida na sociedade.

Os professores encontraram dificuldades para desenvolver e propor uma atividade prática com aspectos investigativos, talvez em decorrência da defasagem de conhecimentos, desde a sua formação, para a elaboração desse tipo de atividade.

4.2.3 – 3º Encontro

Objetivos Gerais:

Discutir o conceito de oxidação e redução, com a proposta de apresentar as semi-reações a partir do experimento sobre a interação de alguns metais com a solução de íons metálicos, realizado no encontro anterior. Essa discussão servirá de base para a apresentação e utilização da tabela de potenciais padrão de eletrodos, presentes na literatura.

Verificar a aplicabilidade do conceito de potencial de eletrodo vinculado à produção de corrente elétrica através da construção de diferentes tipos de pilhas.

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

1) Análise do experimento da interação de metais com soluções de íons metálicos:

- propor aos professores a construção da série de reatividade dos metais a partir dos resultados obtidos no experimento;
- solicitar dos professores a representação das semi-reações de oxidação e de redução ocorridas em cada ensaio do experimento.

2) Leitura do texto sobre “Potencial padrão de eletrodo”³¹:

- Dar subsídios aos professores para o entendimento das reações de óxido-redução sob o ponto de vista de potenciais.

3) Propondo novas reações:

- pedir para que o professor compare as reações propostas inicialmente com as apresentadas na tabela de potenciais;

³¹ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: Livro do Aluno*. São Paulo: EDUSP, 1998.

- estabelecer, juntamente com os professores, se necessário, as representações adequadas para as reações realizadas no experimento.

Objetivo das Atividades Experimentais Realizadas:

- Interação do magnésio com água
 - levar ao conhecimento do professor o efeito oxidante da água ao interagir com o metal magnésio;
 - solicitar do professor as reações de óxido-redução do experimento usando como referência a tabela de potenciais padrão de eletrodo;
 - pedir para que o professor reestabeleça a série de reatividade considerando as interações dos metais estanho e prata com solução de ácido clorídrico fazendo uso da tabela de potenciais padrão de eletrodo.
- Interação do metal cobre com solução de ácido nítrico concentrada e diluída
 - mostrar ao professor o caráter redutor do metal cobre ao interagir com solução de ácido nítrico concentrada;
 - propor ao professor a representação das reações de óxido-redução que ocorrem no experimento usando como referência a tabela de potenciais padrão de eletrodo.
- Corrosão do metal cobre por ação de solução de cloreto ferro (III)³²
 - apresentar ao professor o processo de corrosão do metal cobre pela ação do íon Fe^{3+} ;
 - requerer do professor as reações de óxido-redução que ocorrem no experimento usando como referência a tabela de potenciais padrão de eletrodo;
 - verificar juntamente com o professor as possibilidades de reprodução desse experimento utilizando os recursos disponíveis nas escolas.
- Interação da água oxigenada com solução de permanganato de potássio e de iodeto de potássio
 - apresentar ao professor a reação de auto óxido-redução da água oxigenada;
 - apresentar ao professor os efeitos oxidante e redutor da água oxigenada frente às interações com soluções diferentes;

³² ZANCANARO, C. E. & FLACON, R. V. *Plano de Aula elaborado para o curso de Instrumentação para o Ensino de Química*. São Paulo: IQUSP, 2002.

- requerer do professor a representação das reações de óxido-redução que ocorrem no experimento, usando como referência a tabela de potenciais padrão de eletrodo.

➤ Construção das pilhas de 'Daniell' e 'Pingo d'água'³³

- estabelecer, junto com o professor, o princípio de funcionamento das pilhas;
- solicitar do professor a representação das reações de óxido-redução que ocorrem nos experimentos, utilizando como referência a tabela de potenciais padrão de eletrodo.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

Na avaliação deste encontro, procurou-se verificar quais as idéias abordadas foram considerados novas pelos professores (Anexo 14).

De modo geral, as respostas dadas pelos professores mostraram que as atividades práticas se constituíram em conhecimento novo para eles. Além disso, três professores consideraram também como idéias novas, aquelas apresentadas no texto sobre "Potencial padrão de eletrodo", por serem uma ampliação do conhecimento que já possuíam, pois o texto apresenta uma abordagem diferenciada da tradicional para o desenvolvimento do conceito de número de oxidação dos elementos químicos. Um professor indicou que as atividades desenvolvidas não foram consideradas novas, mas sim recordação de alguns conceitos.

Apresentam-se, a seguir, algumas das respostas apontadas pelos professores, indicando os aspectos considerados novos para eles.

"...os experimentos com a corrosão da placa de cobre e a interação do magnésio na água foram para mim novidades e achei interessante, pois ficou fácil descobrir o que aconteceu quimicamente e assim montar as equações."

"Todas, pois eu não trabalho com experimentos..."

"A pilha de cobre e zinco demonstra que a forma experimental pode gerar uma aplicação de conteúdo de fácil entendimento para o aluno."

Quanto às considerações feitas pelos professores em relação à ampliação do conhecimento, pode-se destacar as seguintes respostas:

³³ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) – Laboratório Aberto. *Apostila de Laboratório*.

“...aperfeiçoamento no número de oxidação o qual já tinha visto, mas a dificuldade de entendimento era muita, e hoje pude suprir algumas dúvidas.”

“...a abordagem para o cálculo do NOX...”

“...potencial padrão de eletrodo e equação de ionização...”

“...a valência dos elementos através de comparação, pois até então só usava as regras de NOX.”

Procurou-se verificar também se os professores sentiram alguma dificuldade de entendimento dos assuntos discutidos. Sete professores alegaram que dentre as atividades propostas, algumas se mostraram difíceis quando tentaram realizá-las. Algumas das indicações feitas pelos professores estão descritas a seguir:

“Achei complexo trabalhar com a tabela de alguns potenciais-padrão de redução, mesmo interagindo nas experiências.”

“Houve dificuldade apenas em montar as equações com as transformações de óxido-redução.”

“Na teoria tive dificuldades de acompanhar, pois não trabalho com eletroquímica”

“Conteúdo de eletroquímica é pouco ou quase nunca introduzido nos planos.”

“Foi um conteúdo estudado muito superficial na faculdade e nunca trabalhei em sala de aula, então o assunto fica sem praticar, e tudo que não se pratica, se esquece.”

“...principalmente na visualização e interpretação das semi-reações de oxirredução.”

Análise do Encontro

Como já apontado no início do curso, os professores não estão acostumados a abordar em sala de aula os conceitos de eletroquímica. Isso, provavelmente, contribuiu para a grande dificuldade que os professores apresentaram para trabalhar com a tabela de potenciais padrão de eletrodo e para perceber que o conceito de número de oxidação pode ser abordado sem a utilização de algoritmos.

Talvez essas dificuldades revelem um problema ainda maior, segundo Carvalho e Gil-Pérez (1993), *“a carência de conhecimentos da matéria, transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos dos livros texto...”*, *“...o conhecimento profundo da matéria é fundamental para um ensino eficaz...”*. Além disso, os mesmos autores revelam que: *“A formação dos professores deveria assim incluir experiências de tratamento de novos domínios, para os quais não se possui, logo de entrada, a formação científica requerida. Trata-se de uma situação que se apresenta repetidamente ao longo de sua vida profissional e para a*

qual se requer também uma preparação, tão importante ou mais que o estudo em profundidade de alguns domínios concretos (necessariamente limitados)”.

Assim, pode-se sugerir que os professores necessitem de um apoio para que possam ser capazes de realizar alguma mudança em sua forma de trabalhar alguns conceitos em suas aulas, como os de eletroquímica. Por isso, talvez a exclusão de determinados conteúdos em seu plano de curso é mais fácil do que tentar aprendê-los para poder ensiná-los de maneira que os alunos compreendam.

As atividades práticas também podem fazer parte dos obstáculos conceituais apresentados pelos professores, pois quando não há entendimento dos conceitos, dificilmente se consegue compreender os resultados dos experimentos.

4.2.4 – 4º Encontro

Objetivos Gerais:

Nesse momento apresentou-se uma síntese das idéias sobre o papel das atividades experimentais no ensino e uma proposta de ensino, partindo de uma visão macroscópica (fatos e conceitos operacionais) para uma visão microscópica (conceitos formais). A retomada do que foi abordado até o momento sobre o ensino experimental e a apresentação de uma possível organização dos conteúdos a partir da visão macro para microscópica tem como objetivo a discussão de possíveis encaminhamentos dos experimentos sobre o tema “pilhas” em sala de aula.

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

1) Apresentação de uma síntese sobre o papel das atividades experimentais e de uma possibilidade de organização dos conteúdos (da visão macroscópica para visão microscópica) (Anexo 5):

- reestabelecer, juntamente com os professores, as idéias sobre o papel das atividades experimentais no ensino de química;
- apresentar aos professores várias dimensões dos conceitos químicos para a organização de planos de aula, considerando a aprendizagem mais significativa dos alunos.

2) Apresentação das representações das reações de corrosão do cobre e das pilhas montadas nos encontros:

- verificar quais são as representações das reações de óxido-redução estabelecidas pelos professores para os experimentos sobre pilhas de ‘Daniell, pingo d’água e seca / comum’, usando como referência a tabela de potenciais padrão de eletrodo.

3) Cálculo da diferença de potencial das pilhas (ddp) construídas anteriormente:

- solicitar do professor o cálculo da diferença de potencial estabelecida nas pilhas tendo como referência a tabela de potenciais padrão de eletrodo.

Objetivos das Atividades Experimentais Realizadas:

- Desmontagem e montagem da “Pilha Seca” (pilha comum)³⁴
 - mostrar aos professores a constituição química da pilha comum e obter, a partir dela, alguns reagentes reaproveitáveis;
 - indicar para os professores o princípio de funcionamento da pilha comum;
 - discutir o descarte de pilhas usadas.
- Discussão sobre os conceitos de descarga, polarização e autodescarga em uma pilha
 - apresentar aos professores alguns conceitos que devem ser levados em consideração na construção de pilhas.
- Montagem de uma “Pilha de Concentração”
 - mostrar aos professores a existência de uma diferença de potencial ao se estabelecer uma pilha com soluções de diferentes concentrações.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

As questões neste encontro apresentaram características diferentes das presentes nos encontros anteriores, num total de três perguntas (Anexo 14).

Na primeira, procurou-se saber quais das atividades desenvolvidas contribuíram para que eles:

- a) aprendessem conhecimentos novos de eletroquímica;
- b) apenas revissem o que já sabiam;
- c) modificassem ou ampliassem sua visão de eletroquímica;

³⁴ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) – Laboratório Aberto. *Apostila de Laboratório*.

d) sentissem mais facilidade em tratar desses conhecimentos em sala de aula.

Na segunda e na terceira questões, respectivamente, procurou-se conhecer dentre as idéias e atividades desenvolvidas até este encontro, quais os professores realizariam em sala de aula e quais não realizariam.

As respostas dadas à primeira pergunta apontam que: todos eles não consideram que as informações e que as atividades propostas foram uma revisão de conceitos; sete deles indicaram que sua visão de eletroquímica foi ampliada ou modificada; seis expressaram que aprenderam novos conhecimentos de eletroquímica e cinco revelaram que teriam maior facilidade para transmitir os conhecimentos estudados para os alunos.

Dentre os conhecimentos de eletroquímica considerados novos, os professores, destacaram, em ordem de preferência: a desmontagem e montagem da pilha (4); os conceitos de descarga, polarização e autodescarga (3); a constituição e as reações prováveis da pilha 'seca' (2); e os cálculos da diferença de potencial (1) e o conhecimento prático (1)³⁵.

Em relação à modificação ou ampliação da visão de eletroquímica do professor, pode-se destacar:

“...a fórmula para o cálculo da diferença de potencial (ddp)”

“...a facilidade no entendimento das reações de oxidação e redução e a transmissão de corrente elétrica nas soluções”

“...a construção da pilha seca e os cálculos da ddp / explicação dos conceitos de óxido-redução”

“...a utilização da tabela de potenciais e como montar as semi-reações e a equação global”

Em relação às atividades consideradas pelos professores como um recurso que facilitará a abordagem dos conhecimentos para os alunos, pode-se destacar:

“...o desenvolvimento de conceito a partir de uma atividade experimental”

“...iniciar o ensino pelas reações e semi-reações, facilita o entendimento do aluno”

“...a explicação de oxida e reduz”

“...o conhecimento de procedimentos e metodologias”

“...a atração dos alunos, por iniciar o ensino de eletroquímica com um experimento, tornando mais eficaz a aprendizagem dos conceitos de oxidação-redução, composição química e o uso do voltímetro”

³⁵ Os números significam a quantidade de professores que preferiram a atividade.

Na tabela 4.5 estão relacionadas as atividades experimentais e os conceitos que os professores desenvolveriam com seus alunos, bem como as respectivas justificativas por as terem escolhido.

Tabela 4.5 – Atividades experimentais escolhidas pelos professores.

Atividades	Justificativas
Interação da palha de aço com solução de sulfato de cobre (II) (6)*	“facilidade de operação, envolvimento e compreensão de vários conceitos”
Interação do metal cobre com solução de cloreto de ferro (III) (4)*	“o aluno observa o fenômeno da corrosão e entende o processo”
Construção da pilha de ‘Daniell’ (3)*	“facilidade de entendimento da geração de energia”
Construção da ‘pilha pingo d’água’ (2)*	“facilidade de operação, envolvimento e compreensão de vários conceitos”
Desmontagem e montagem da ‘pilha seca / comum’ (2)*	“desperta a curiosidade dos alunos”
Interação da água com o metal magnésio (2)*	“facilidade na aquisição dos materiais”
Mapas conceituais, simulação da chuva ácida, interação do ácido com magnésio, reatividade de metais, fórmulas e número de oxidação, interação do metal cobre com solução de ácido nítrico, equação de oxidação e de redução, agente oxidante e redutor, balanceamento de equações (1)*	“torna mais fácil os temas complexos e faz com que as aulas fiquem mais interessantes e estimulantes”

* Os números mostram a quantidade de professores que indicaram a atividade.

Em relação às atividades que **não** realizariam em sala de aula, pode-se destacar na tabela 4.6:

Tabela 4.6 – Atividades experimentais que os professores **não** realizariam.

Atividades	Justificativas
Eletrólise da água (3)*	“possibilidade de erros, difícil entendimento, despreparo dos alunos na manipulação”
Interação do metal cobre com solução de cloreto de ferro (III) (2)*	“envolvimento de procedimento a serem executados apenas no laboratório, uso de gás (para aquecimento)”
Construção da pilha ‘pingo d’água’ e a pilha de ‘Daniell’ (1)*	“dificuldade de acesso aos materiais”
Descarga / polarização e autodescarga (1)*	“achei confuso”

* Os números mostram a quantidade de professores que indicaram a atividade.

Porém, quatro professores alegaram que gostariam de realizar todos os experimentos, mas que há algumas restrições para isso, tais como:

“...falta de tempo”

“...exigência de materiais e reagentes de laboratório”.

Análise do Encontro

Pode-se notar que os professores, de modo geral, estão modificando e ampliando sua visão sobre o ensino de eletroquímica, tendo em vista as discussões proporcionadas durante o curso. Em destaque, o relato de um professor em relação aos encontros realizados:

“No encontro de hoje, e nos anteriores também, tive contato com métodos e procedimentos com os quais nunca havia trabalhado em sala de aula por falta de um laboratório e pela falta de alguns conceitos”.

Segundo Vasconcellos (2001), *“o espaço de reflexão crítica, coletiva e constante sobre a prática é essencial para um trabalho que se quer transformador, na medida em que possibilita a unidade entre o sujeito da ação e da reflexão”.*

“A troca de experiências e a partilha de saberes consolidam espaços de formação mútua, nos quais cada professor é chamado a desempenhar, simultaneamente, o papel de formador e de formando” (Nóvoa³⁶, apud Vasconcellos, 2001).

Assim, para que o professor modifique suas idéias ou as amplie, torna-se necessário que reflita sobre sua prática, sobre a idéia de se tornar um educador ao invés de um mero transmissor do livro didático, podendo fazer com que os alunos se envolvam no processo de ensino de forma mais efetiva. Além disso, os professores deveriam ter a possibilidade de fazer uma auto análise de seus conhecimentos, e buscar recursos que possam facilitar a compreensão daqueles conceitos considerados difíceis por eles, de forma a favorecer o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula.

Em relação à possibilidade dos professores realizarem as atividades propostas durante os encontros já realizados, aparece em evidência a ‘interação da palha de aço com solução de sulfato de cobre (II)’, escolhida devido à facilidade operacional e por envolver vários conceitos. Pode-se especular que os professores desconheciam

³⁶ NÓVOA, António (coord.). *Os Professores e a sua Formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

alguma atividade de caráter experimental que pudesse discutir os conceitos (relação proporcional entre reagentes em uma transformação química) envolvidos nesse experimento. Assim, a escolha dessa atividade pode ter se dado, tanto pela natureza dos conceitos abordados, considerados básicos no ensino médio, quanto pelas características do experimento, que envolve a construção de conceitos e utiliza materiais de fácil acesso.

Para as atividades experimentais especificamente de eletroquímica, os professores destacaram a interação do metal cobre com solução de cloreto de ferro (III) – corrosão do cobre – e a construção da pilha de ‘Daniell’, alegando que através da realização desses experimentos, os alunos poderiam observar e entender os processos da corrosão e do funcionamento de uma pilha.

Outras atividades experimentais também foram citadas pelos professores, tais como: construção da pilha ‘pingo d’água’, desmontagem e montagem da pilha seca / comum e interação da água com o metal magnésio. As justificativas para a realização desses experimentos foram respectivamente: fácil manipulação e abrange vários conceitos; aguça a curiosidade dos alunos; materiais empregados de fácil acesso. Pode-se considerar que, apesar das justificativas serem plausíveis para essas atividades, poucos professores reconheceram que poderiam ser realizadas em sala de aula.

Um professor acabou listando todos os experimentos realizados até esse momento no curso, podendo-se especular que seus conhecimentos são poucos em relação às atividades experimentais, ou que não conseguiu organizar suas idéias em relação ao papel da atividade experimental.

Já para as atividades experimentais descartadas pelos professores, pode-se colocar em evidência a ‘eletrólise da água’ por tratar-se de um experimento, de acordo com os professores, de difícil compreensão, pelo despreparo do aluno em manusear os materiais e com grande possibilidade de erros. Essas idéias mostram uma visão reducionista, pois apenas levam em consideração os resultados positivos ao realizar uma atividade experimental, desconsiderando a possibilidade de se investigar o porquê dos resultados não esperados.

Outra atividade que alguns professores não realizariam seria a interação do metal cobre com solução de cloreto de ferro (III) – corrosão do cobre –, alegando que o procedimento exigido requer a utilização de um sistema de aquecimento através do bico de Bunsen. Porém, essa justificativa não foi apresentada quando outros

professores apontaram que iriam realizá-las em suas aulas. E também aparece a construção da pilha de 'Daniell' e 'pingo d'água' como atividades que não seriam realizadas, pois o acesso aos materiais exigidos é limitado.

Além disso, um professor apontou que não realizaria a atividade sobre os conceitos de autodescarga, descarga e polarização pois os achou confusos. Talvez o professor pudesse estar se referindo à falta de compreensão de sua parte, a falta de clareza quanto a adequação dos conceitos para o ensino médio ou para ampliação do seu próprio conhecimento.

Percebe-se também que alguns professores têm uma carência de informações sobre atividades experimentais, pois acabaram apontando grande parte dos experimentos executados com a intenção de uso em sala de aula. Porém, estes mesmos professores alegam, novamente, a pouca disponibilidade de tempo e de recursos para a realização das mesmas.

Assim, é possível perceber que os professores apresentam uma vontade de realizar atividades experimentais em suas aulas, mas outros fatores estão em jogo além dela, como: a disponibilidade de tempo, os recursos de materiais e reagentes, o desconhecimento de experimentos, despreparo com relação à teoria etc.

4.2.5 – 5º Encontro

Objetivos Gerais:

Tendo em vista os conceitos discutidos e os experimentos já realizados no curso, solicitou-se dos professores a elaboração de mapas conceituais para o ensino de eletroquímica a partir do tema 'pilhas'.

Procurou-se também conhecer os conceitos que os professores apresentaram sobre condutibilidade elétrica de soluções buscando compará-los com as concepções manifestadas por estudantes (Sanger e Greenbowe, 1997).

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

- 1) Discussão sobre os conceitos de autodescarga, polarização e descarga em uma pilha:
 - levar ao conhecimento dos professores outros conceitos específicos envolvidos na montagem de uma pilha.

2) Apresentação dos conceitos alternativos comuns dos alunos sobre o conceito de corrente elétrica em soluções eletrolíticas e na ponte salina³⁷ (Anexo 6):

- levar ao conhecimento dos professores as idéias apresentadas pelos alunos ao explicarem a condução de corrente elétrica em uma solução;
- discutir o uso dos termos químicos – elétrons e íons – em explicações da condutibilidade elétrica em solução.

3) Elaboração de mapas conceituais para o ensino de eletroquímica a partir do tema “pilhas” (Anexo 7):

- solicitar dos professores a elaboração de um mapa conceitual para ensinar alguns conceitos de eletroquímica;
- verificar as relações e a organização das idéias estabelecidas pelos professores ao construírem um mapa conceitual.

4) Levantamento das idéias prévias dos professores sobre o conceito de condutibilidade elétrica em soluções aquosas (Anexo 8):

- conhecer as concepções dos professores sobre condutibilidade elétrica de algumas substâncias dissolvidas em água e a condutibilidade de solvente orgânico.

5) Discussão do conceito de solvatação, resistência, resistividade, condutância e condutibilidade elétrica:

- levar ao conhecimento do professor o significado de alguns conceitos (soluto, solvente, solvatação) utilizados para explicar as propriedades de soluções;
- conhecer alguns termos específicos também utilizados na disciplina de física.

6) Reorganização das idéias dos professores quanto aos conceitos tratados e sua adequação ao ensino médio abordados no curso (Anexo 9):

- diferenciar, junto com os professores, os conceitos abordados no curso, aqueles mais adequados para o ensino médio e aqueles para ampliação do conhecimento do professor.

³⁷ SANGER, J. Michael & GREENBOWE, J. Thomas. “Students’ misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and Salt Bridge”. In: *Journal of Chemical Education*. 74 (7), July 1997.

Objetivos das Atividades Experimentais Realizadas:

- Condutibilidade elétrica de soluções aquosas³⁸
- desestabilizar as idéias dos professores em relação à condutibilidade elétrica em soluções aquosas.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

Nesse encontro, procurou-se saber, novamente, quais atividades desenvolvidas contribuíram para que os professores: aprendessem conhecimentos novos de eletroquímica, revissem conceitos, modificassem ou ampliassem a visão de eletroquímica e facilitassem a abordagem dos conhecimentos junto aos alunos. (Anexo 14)

Quatro professores apontaram que adquiriram conhecimentos novos, destacando-se os conceitos de solvatação (3), pilha de concentração (2) e condutibilidade elétrica em soluções aquosas (2). Um dos professores considerou que apenas reviu conceitos que já conhecia.

Seis professores consideraram que sua visão de eletroquímica se modificou em relação aos conhecimentos sobre: condução de corrente elétrica em soluções (2), solvatação (1), condução de corrente elétrica da 'água pura' (1), eletrólitos (1) e concentração de soluções (1)³⁹.

Em relação à contribuição das atividades para o ensino, três professores evidenciaram que seriam capazes de explicar melhor os conceitos de condução de corrente elétrica em solução através do experimento realizado. Outras atividades também foram citadas como “a maneira de se conduzir os experimentos”, “a utilização de mapas conceituais na preparação das aulas”, “as diferenças entre os conceitos de dissolver, dissociar, ionizar e solvatar”. E um professor apontou que ainda tem dificuldades para explicar a alguém os conceitos abordados nesse encontro.

Pretendeu-se também verificar o grau de compreensão atingido pelos professores, através da atribuição de valores 0 a 3, em relação aos conceitos discutidos no encontro. A tabela 4.7 mostra os conceitos abordados, o número de professores e seu respectivo grau de compreensão.

³⁸ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) – Laboratório Aberto. *Apostila de Laboratório*.

³⁹ Os números significam a quantidade de professores que destacaram esses conceitos.

Tabela 4.7 – Grau de compreensão dos professores sobre alguns conceitos.

Conceitos	Não compreendido	Compreendido parcialmente	Bem compreendido	Capaz de explicar para alguém este conceito
Autodescarga		3	4	1
Polarização		4	3	1
Descarga	1	4	3	
Pilha de concentração		1	4	3
Condutibilidade elétrica de soluções aquosas			6	2
Resistência	1	6	1	
Resistividade	3	5		
Condutância	3	4	1	
Condutibilidade elétrica		7	1	
Solvatação	1	3	2	2

Na questão sobre as dificuldades encontradas na elaboração do mapa conceitual para o ensino de eletroquímica a partir do tema ‘pilhas’, os professores consideraram difícil a construção alegando que não conseguiam: fazer as inter-relações entre os conteúdos (3), organizar as idéias (2), iniciar a elaboração (1), detalhar os conceitos (1), utilizar o recurso por falta de prática (1) e a execução de tal mapa (1)⁴⁰.

Análise do Encontro

No início desse encontro, pretendeu-se verificar as idéias dos professores quanto à condução de corrente elétrica em soluções aquosas por se tratar de um conceito que pode facilitar o ensino de eletroquímica (possibilidade de discussão sobre a presença de íons e não de elétrons na solução), contribuindo para que sejam evitadas concepções errôneas para o movimento dos íons em solução (Sanger e Greenbowe, 1997b).

Na primeira questão, procurou-se conhecer como os professores explicavam a condução de corrente elétrica em uma solução aquosa de cloreto de sódio. Analisando as respostas dadas, verificou-se que todos consideraram a condução de corrente

⁴⁰ Os números significam a quantidade de professores que usaram tais justificativas.

elétrica na solução de cloreto de sódio, devido à presença de íons, Na^+ e Cl^- , em água. Além disso, os professores ampliaram suas justificativas alegando que os íons em solução: “*estão em movimento*”; “*estão solvatados*”; “*foram liberados*”; “*transportam elétrons de um eletrodo a outro*”; “*conduz devido à concentração dos íons*”. E também, alguns professores acrescentaram o porquê da presença desses íons (Na^+ e Cl^-) em solução: “*devido à ligação iônica*”; “*é um composto iônico*”; “*o sal sofreu dissociação*”; “*o sal solúvel tende a formar cargas elétricas*”.

Na questão que corresponde à condução de corrente elétrica da água ‘pura’, cinco professores não consideraram a possibilidade de condução, alegando que: “*não seria perceptível a observação através de uma lâmpada*” (2); “*a ionização é extremamente pequena*” (1); “*não há íons em movimento*” (1); “*não há presença de espécies iônicas que possam transportar elétrons*” (1)⁴¹.

Os outros três professores indicaram ser possível a condução, mas cada um apresentou uma justificativa diferente: “*ocorre a dissociação de íons (H^+ e OH^-)*”, “*há pequena concentração de íons, dificultando a observação*” e “*ocorre (a condução) porém não há evidência devido ao baixo potencial de redução*”.

Já para a condutibilidade elétrica do benzeno, seis professores não consideram a possibilidade de condução, apontando várias idéias para justificar a não condução de corrente elétrica, indicado a seguir: “*se trata de composto orgânico*”; “*é uma substância molecular*”; “*não gera / libera íons quando em solução*”; “*não é solúvel ou é baixa a solubilidade em água*”.

As respostas dadas pelos professores na questão sobre a possibilidade de condutibilidade elétrica de alguns materiais em solução aquosa, estão representadas na tabela 4.8.

⁴¹ Os números significam a quantidade de professores que utilizaram tal justificativa.

Tabela 4.8 – Possibilidade de condutibilidade elétrica de alguns materiais em solução aquosa.

Materiais	Conduz	Justificativas	Não conduz	Justificativas	Não responderam
Sacarose (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)			8	Composto molecular, não libera íons	
Gás carbônico (CO ₂)	1	$\text{H}_2\text{CO}_3 \begin{matrix} \rightarrow & \text{H}^+ + \text{CO}_3^- \\ \leftarrow & \text{(íons)} \end{matrix}$	6	Ácido fraco, composto molecular, não libera íons	1
Gás oxigênio (O ₂)			6	Não produz cargas elétricas, composto molecular, não forma íons, é gás	2
Gás clorídrico (HCl)	7	Solúvel em água, possui H ionizável, todos os ácidos em solução aquosa conduzem corrente, há dissociação, forma íons	1	É gás	
Sulfato de potássio (K ₂ SO ₄)	8	Composto iônico, forma íons, sal em presença de água forma íons, forma base e conduz corrente elétrica			
Cloreto de prata (AgCl)	5	Forma base e ácido que libera corrente, composto iônico, formam íons, é sal	3	Composto iônico de baixa solubilidade, insolúvel em água, composto molecular	
Amônia (NH ₃)	6	Forma íons NH ₄ ⁺ , há dissociação de íons, formação de base, $\text{NH}_4\text{OH} \begin{matrix} \rightarrow & \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \\ \leftarrow & \end{matrix}$	2	Não libera íons, formação de base, composto molecular	

Analisando as respostas dadas pelos professores nesse questionário inicial, percebeu-se que algumas concepções sobre as soluções aquosas não estão claras.

Chama atenção o número de professores que não souberam identificar e explicar a interação de CO₂ e água, de AgCl e água e da amônia e água. Poucos professores se recordaram que AgCl, embora sendo sal, é muito pouco solúvel em água. Parece que usam uma generalização que sais são solúveis em água, dissociando-se em íons. Com relação ao CO₂ e NH₃ também parece que fazem uma análise apenas parcial, considerando apenas a natureza molecular destes, e não a interação com a água.

Considerando a avaliação que os professores fizeram do encontro, embora tenham realizado experiências que colocaram em conflito algumas de suas idéias,

como por exemplo, a condução de corrente elétrica em soluções, apenas dois professores consideraram que essa idéia tinha sido nova, outros dois apontaram que essa idéia foi modificada ou ampliada. E outros dois consideraram que seriam capazes de transmitir tal conceito a seus alunos.

Dentre as respostas dadas pelos professores, no início do encontro, sobre a condução de corrente elétrica por uma solução de cloreto de sódio e pela água, encontram-se (solução de NaCl) “...os íons presentes na água transportam elétrons de um eletrodo a outro do sistema possibilitando a passagem de corrente”; (água) “Não, pois não possui espécies iônicas que possam transportar elétrons” e “Sim, porém não há uma evidência prática porque o potencial de redução é muito baixo”. Parece que os professores desconsideraram a idéia de que a água sofre ionização, ao afirmar que não há íons em solução. Parece, também, que os professores associam o conceito de corrente elétrica abordado na física para explicar a condutibilidade em soluções eletrolíticas (Ogude e Bradley, 1994).

Desse modo, pode-se inferir que o ensino desses conceitos pode se tornar problemático, uma vez que as dificuldades conceituais são as mesmas entre professores e alunos, como mostram algumas pesquisas (Garnett e Treagust, 1992a, Ogude e Bradley, 1994). Na pesquisa realizada por Garnett e Treagust (1992a) sobre circuito elétrico, foi constatado que os estudantes compreendiam o conceito de lei de carga como se “os elétrons movem-se através dos eletrólitos atraídos pelos íons positivos da solução” e para o conceito de corrente elétrica como a existência de um “fluxo de elétrons e prótons nos eletrólitos”. Já na pesquisa realizada por Ogude e Bradley (1994), procurando identificar as dificuldades e as concepções errôneas dos estudantes sobre a condução de corrente elétrica no eletrólito, constatou-se que os estudantes têm a idéia de que “os elétrons livres flutuam no eletrólito”.

Assim, como já mencionado anteriormente, há necessidade de se discutir com os professores esses conceitos de forma mais ampla, para que eles possam perceber suas próprias dificuldades e procurar um meio de tentar superá-las para que os alunos não sejam prejudicados, aprendendo conceitos errados ou tendo reforçadas suas concepções alternativas.

4.2.6 – 6º Encontro

Objetivos Gerais:

Com base nas idéias prévias sobre soluções apresentadas pelos professores no encontro anterior, procurou-se, através de alguns experimentos, discutir as dificuldades conceituais apontadas por eles, tais como: solubilidade, dissolução de gás em água, condutibilidade elétrica da água destilada, ionização e dissociação. Além disso, procurou-se discutir suas idéias sobre como tais conceitos poderiam ser ensinados.

Também procurou-se resgatar os conceitos de condutibilidade, condutância, resistividade, resistência e dipolo, já abordados em outro encontro para melhor compreensão das propriedades de alguns materiais.

Ainda, nesse encontro foi preparado um experimento sobre 'proteção catódica', com o objetivo de discutir o conceito de corrosão no encontro seguinte, devido ao período necessário para a observação dos resultados.

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

1) Discussão das idéias iniciais dos professores sobre soluções aquosas apresentadas no encontro anterior:

- dar subsídios para que possam reelaborar suas idéias sobre condutibilidade elétrica de algumas substâncias e de soluções aquosas.

2) Retomada dos conceitos de condutibilidade, condutância, resistividade, resistência e dipolo:

- discutir novamente com os professores os conceitos apontados acima, com o intuito de explicar algumas características de determinadas substâncias.

Objetivos das Atividades Experimentais Realizadas:

- Titulação e condutibilidade elétrica de soluções⁴²
 - propor aos professores a realização de um experimento que buscasse identificar a interação de um ácido e uma base através da variação da condutibilidade elétrica da solução e de indicador ácido-base.

⁴² GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) – Laboratório Aberto. *Apostila de Laboratório*.

- Montagem da Pilha de ‘Daniell’ interligada a uma eletrólise⁴³
- apresentar aos professores um processo gerador de energia elétrica através de uma transformação química de oxidação e redução;
- mostrar para os professores o processo de eletrólise utilizando a energia produzida na pilha de ‘Daniell’.

- Preparação do experimento sobre ‘a proteção catódica’ e corrosão do ferro⁴⁴
- propor aos professores o preparo do experimento para observação e discussão no próximo encontro.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

Na avaliação deste encontro procurou-se verificar os conceitos sobre condutibilidade elétrica e eletrólise. (Anexo 14)

Na avaliação do encontro, cinco professores, dos seis presentes nesse encontro, apontaram que as dúvidas apresentadas anteriormente foram esclarecidas e um professor ainda tinha algum tipo de dúvida. Com relação ao conceito de condutibilidade elétrica de soluções, cinco professores consideraram que suas idéias foram ampliadas e todos afirmaram que se sentem capazes de explicar esse assunto para seus alunos.

Também foi solicitado dos professores uma proposta de ensino para esse conceito – condutibilidade elétrica em soluções - em sala de aula, sendo apresentada a seguir suas respostas:

“...levantamento, juntamente com os alunos, das propriedades (solubilidade em água, condução de corrente elétrica, polaridade, poder higroscópico, solvatação, estados físicos e reação com indicadores) dos compostos iônicos, covalentes, inorgânicos e orgânicos. Após a etapa de discussão poderia realizar práticas (teste de solubilidade, condutibilidade elétrica) e através das observações, reforçaria a discussão com o auxílio do professor. Poderia fazer um questionário, onde pudesse buscar informações e definições dos próprios alunos”

“Abordaria o conceito através de pesquisa e faria um bate papo na sala de aula”

“...faria uma introdução geral em relação aos conceitos, depois através da parte prática os alunos devem ter uma visão mais concreta do que vem a ser cada conceito discutido anterior. Após trabalhar a parte prática faria uma boa discussão sobre tudo que foi feito.

⁴³ ESPERIDIÃO, Yvone et al. *Química em Tempos de Mudança*. São Paulo: DRECAP-3, apostila do curso, 1987.

⁴⁴ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: guia do professor*. São Paulo: EDUSP, 1998.

Então acho que com várias etapas de explicações, os conceitos vão ficar claros de modo que eles irão aprender”

“Ionização de sais ou dissociação de ácidos ou bases. Reações de uma base com um ácido (formação de um sal insolúvel) e verificar se houve condutibilidade elétrica”

“...usaria o exemplo de assoprar com o canudo na água”.

Outro aspecto também investigado corresponde ao grau de compreensão de alguns conceitos, apontados pelos professores tanto em relação a novos conceitos quanto aos apontados como difíceis anteriormente. A tabela 4.9 mostra os resultados.

Tabela 4.9 – Grau de compreensão dos professores de alguns conceitos.

Conteúdos	Não compreendido	Compreendido parcialmente	Bem compreendido	Capaz de explicar para alguém este conceito
Resistência		3	1	1
Resistividade		3	1	1
Condutância		5		
Condutibilidade elétrica		2	2	1
Dipólos		5		
Ionização			3	2
Dissociação			3	2
Solubilidade (kps)		2	3	

Obs.: Neste encontro compareceram apenas 5 dos 8 professores que iniciaram o curso e apenas estes se mantiveram até o final dele.

Em outra questão, pretendeu-se avaliar se os professores compreenderam os conceitos de eletrólise discutidos neste encontro, sendo que quatro deles indicaram que seus conceitos sobre o assunto foram ampliados, um deles ainda manifestou dúvidas e outros dois indicaram que abordariam o assunto em suas aulas.

Análise do Encontro

Comparando os resultados da avaliação deste encontro com as informações do encontro anterior, pode-se considerar um avanço já que os professores, de modo geral, apontaram que os conceitos de condutibilidade elétrica em soluções, que ainda não estavam claros no momento anterior, foram esclarecidos e significativamente ampliados. A ampliação desse conceito passa a ter um valor maior quando os professores consideram-se capacitados a explicá-los a seus alunos.

Porém, ao analisar os dados da tabela 4.7 (montada a partir da questão 2 do anexo 14 – avaliação do 5º encontro), que apresenta o grau de compreensão dos professores em relação a determinados conceitos discutidos no encontro, e compará-los com as respostas da questão que busca verificar quais as informações e atividades desenvolvidas os professores sentiriam mais facilidade em transmitir para os alunos, pode-se observar que as respostas são contraditórias.

Na tabela 4.9, seis professores consideraram ter compreendido o conceito de condutibilidade elétrica em soluções e apenas dois alegaram que seriam capazes de explicá-lo. Entretanto, nas respostas para a questão 1 (Anexo 14 – avaliação do 6º encontro – item c) três professores apontaram que sentiam mais facilidade em transmitir o conhecimento de condutibilidade elétrica em soluções aquosas para seus alunos e, na questão 3, apenas um se sente capaz de explicar esse conceito a alguém (resultados na tabela 4.9).

Assim, pode-se notar que alguns dos professores parecem não ter clareza dos conceitos discutidos sobre soluções aquosas, pois apresentam respostas diferentes para um mesmo conceito.

Outro fato significativo a ser retratado diz respeito à maneira pela qual os professores conduziram a introdução do conceito de condutibilidade em sala de aula. Apesar de os professores já terem executado vários experimentos de caráter investigativo e participado de discussões sobre diferentes maneiras de se encaminhar uma aula, observou-se ainda, na resposta de um professor, a fragmentação das aulas em teórica e prática, “...faria uma introdução geral em relação aos conceitos, depois através da parte prática...”, e na resposta de outro, a não utilização de uma atividade experimental “abordaria o conceito através de pesquisa e faria um bate papo na sala de aula”.

Hodson (1988) aponta que os professores deveriam levar ao conhecimento dos alunos a idéia de que a teoria e o experimento apresentam uma relação interativa e interdependente em ambos os sentidos (da teoria para o experimento e do experimento para a teoria). Porém, parece que pelas abordagens propostas, esses professores acabam não mostrando aos alunos a necessidade dessa integração entre a teoria e a prática. Talvez as reflexões sobre o desenvolvimento das atividades práticas não tenham sido ainda suficientemente aprofundadas, havendo necessidade de outros questionamentos quanto a sua postura frente ao encaminhamento de determinados conceitos em sala de aula.

Outras respostas, entretanto, mostram que algumas das idéias apresentadas e discutidas no curso foram consideradas e propostas pelos professores, como por exemplo: “Após a etapa de discussão poderia realizar práticas (teste de solubilidade, condutibilidade elétrica) e através das observações, reforçaria a discussão com o auxílio do professor. Poderia fazer um questionário, onde pudesse buscar informações e definições dos próprios alunos”.

Pode-se também verificar que os professores pouco trabalharam com as idéias dos alunos, ou seja, não sentiram a necessidade de conhecer o que os alunos pensam sobre o assunto estudado. Talvez porque não saberiam como trabalhar com essas idéias, ou por terem como referência sua própria prática docente, pautada na transmissão dos conteúdos.

Novamente, a compreensão dos conceitos sobre resistência, resistividade, condutância e condutibilidade elétrica, foram questionados constatando-se mudanças nas respostas dadas, conforme mostra a tabela 4.10.

Tabela 4.10 – variações ou não do grau de compreensão dos professores sobre alguns conceitos.

		Variações nas respostas dadas do 5º e 6º encontros			
Conceitos		Resistência	Resistividade	Condutância	Condutibilidade
Identificação					
	Professor 1	1 para 1	1 para 1	1 para 1	1 para 1
	Professor 2	0 para 1	0 para 1	0 para 1	2 para 2
	Professor 3	1 para 2	1 para 2	1 para 1	1 para 1
	Professor 4	1 para 3	0 para 3	0 para 1	1 para 3
	Professor 5	1 para 1	0 para 1	0 para 1	1 para 2

Legenda para os conceitos

0 = não compreendido

2 = bem compreendido

1 = compreendido parcialmente

3 = capazes de explicarem a alguém

Analisando os dados da tabela 4.10, percebe-se que alguns professores ampliaram o grau de compreensão para certos conceitos após nova discussão.

Cabe ressaltar que somente foram analisadas as respostas dadas pelos professores que realizaram a avaliação nos dois encontros (5º e 6º).

Para o conceito de resistência, percebe-se que quatro professores apresentaram um grau de compressão maior, sendo todos em níveis diferentes (de parcial para bem; de não para parcial; de parcial para capaz) e dois mantiveram o nível de compreensão.

Em relação ao conceito de resistividade, quatro professores apontam que o grau de compreensão desse conceito ampliou, sendo que de três que não o compreendiam, dois passaram a ter uma compreensão parcial, e um se sentiu capaz de explicá-lo a alguém.

Três professores mostraram que compreenderam um pouco melhor o conceito de condutância, pois inicialmente não o compreendiam e passaram a ter um entendimento parcial e outros dois mantiveram sua compreensão.

Para o conceito de condutibilidade dois professores apontaram um grau de compreensão melhor (um de parcial para bem compreendido e um de parcial para capaz de explicá-lo) e os outros mantiveram suas idéias sobre o assunto.

Chama a atenção o professor 1, cujo entendimento dos conceitos não sofreu nenhuma modificação, permanecendo em um nível baixo, o que poderá comprometer o ensino de eletroquímica de modo geral.

Chama a atenção também o professor 4, que mostrou uma evolução conceitual bastante grande. O professor passa a se sentir capaz de explicar conceitos que antes dos encontros não entendia ou entendia apenas parcialmente.

Pode-se especular que essas possíveis ampliações de conhecimento apontadas pelos professores, somente foram atingidas devido ao acompanhamento das dificuldades cognitivas apresentadas por eles a cada um dos encontros e tentativas de subsidia-los ou esclarecê-los para que pudessem superar essas dificuldades. Parece ser importante, que determinados conceitos sejam retomados e questionados, para que os professores, possam perceber alguma ampliação desses conceitos, a fim de se sentirem capazes de explicá-los a seus alunos.

4.2.7 – 7º Encontro

Objetivos Gerais:

Tendo em vista o experimento de eletrólise realizado no encontro anterior, propôs-se aos professores que representassem as reações que ocorreram durante todo o processo de produção e uso da corrente elétrica gerada.

Neste encontro pretendeu-se também elaborar mapas conceituais, para o ensino de eletroquímica, partindo dos temas, “corrosão” e “eletrólise”.

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

1) Discussão sobre o experimento de eletrólise executado no encontro anterior:

- solicitar dos professores as representações das reações que ocorreram durante todo o processo;
- mostrar para os professores que a energia elétrica gerada numa transformação química (pilha de ‘Daniell’) pode ser utilizada para produzir outra transformação, a eletrólise da solução de iodeto de potássio.

2) Apresentação de um possível esquema de organização de um plano de aula a partir de um tema gerador (Anexo 10):

- mostrar aos professores um exemplo de como organizar um plano de aula a ser desenvolvido em sala de aula, partindo de um tema gerador.

3) Apresentação de outros exemplos de mapas conceituais:

- apresentar aos professores diferentes formas de organização de mapas conceituais.

4) Realização de pesquisa bibliográfica:

- Propor aos professores a realização de uma pesquisa para os temas: corrosão e eletrólise, em livros didáticos, revistas e artigos com o objetivo de procurar atividades desencadeadoras e investigativas para a elaboração do plano de ensino.

5) Elaboração de mapas conceituais para o ensino de eletroquímica a partir dos temas “eletrólise” e “corrosão” (Anexo 11):

- solicitar dos professores (em grupo) a elaboração de mapas conceituais sobre os temas corrosão e eletrólise;
- solicitar dos professores a apresentação das propostas dos mapas conceituais elaborados pelos grupos;
- orientar os professores na reelaboração do mapa conceitual para o tema pilha, tendo em vista as discussões e demonstrações sobre propostas de organizar os mapas.

6) Resolução de questões sobre os conceitos estudados:

- propor aos professores que resolvam exercícios propostos sobre eletroquímica;
- pedir para que os professores analisem a demanda cognitiva exigida dos alunos em cada exercício.

Objetivos das Atividades Experimentais Realizadas:

- Processo de galvanização: zincagem e cobreação⁴⁵
 - mostrar aos professores o processo de recobrimento eletrolítico de um objeto por um metal;
 - indicar aos professores uma possível maneira de abrandar o processo de corrosão de um metal.

- Análise dos resultados da 'proteção catódica' e corrosão do ferro
 - orientar os professores na observação dos resultados em cada experimento;
 - Instigar os professores, através da análise dos dados experimentais, a estabelecer meios de amenizar o processo de corrosão do ferro;
 - Pedir para os professores compararem os resultados obtidos no experimento com os dados da tabela de potenciais de redução.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

Com o objetivo de verificar se realmente os professores compreenderam os assuntos discutidos nos encontros anteriores, foram retomados alguns conceitos sobre eletrólise. E foi solicitado que eles respondessem a um questionário sobre o tema. (Anexo 14)

Dos professores que apontaram, no encontro anterior, que o conceito de eletrólise não estava claro, três, no total de cinco, consideraram que esses conceitos foram esclarecidos e os outros dois indicaram que ainda tinham algumas dúvidas. Já para as idéias consideradas esclarecidas, quatro professores alegaram que ocorreu uma ampliação desses conceitos e um não respondeu.

⁴⁵ GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) – Laboratório Aberto. *Apostila de Laboratório*.

Em relação aos mesmos conceitos sobre eletrólise, tentou-se investigar se o professor se considerava capaz de explicar todos os conteúdos envolvidos durante o processo para seus alunos.

Os professores, de modo geral, alegam ser capazes de ensinar os conceitos de eletrólise, mas levando em conta algumas considerações, parece ainda haver algumas dúvidas ou idéias pouco claras, conforme afirmações:

“...apesar de ter poucas dúvidas, realizaria um experimento prático (solução + moeda + eletrodo) e demonstraria as reações que estão ocorrendo.”

“Seria capaz de explicar o básico.”

“...com os conceitos aplicados, tenho maior segurança.”

“Ainda não, pois gostaria de fazer novamente os experimentos para associar o explicado hoje, pois não saberia conduzir a atividade.”.

No que diz respeito à proposta de encaminhamento desses conceitos, os professores não deixam claras suas idéias, alegando apenas que:

“Faria o esquema da pilha de ‘Daniell’.”

“Discutindo os tipos de banhos em bijuterias e galvanoplastia.”

“Através de experimentos.”.

Também nesse encontro, foram discutidos conceitos sobre corrosão, através dos resultados dos experimentos sobre o processo de galvanização e o uso de eletrodos de sacrifício. Quatro professores consideraram que seus conhecimentos sobre corrosão foram ampliados e um professor apontou não ter clareza dos conceitos. Outro aspecto também colocado em questão, referiu-se à possibilidade de os professores abordarem tais conceitos em suas aulas. Neste caso, quatro professores, alegaram que desenvolveriam o assunto em suas aulas, justificando que:

“...o tema gera questões de impacto ambiental e outras situações que o aluno facilmente associa aos conteúdos químicos e cotidiano.”

“...o processo de corrosão ficou mais amplo, levado ao processo corrosivo.”

“Para o aluno saber o que provoca a corrosão e entender como ocorrem as interações entre as substâncias ou metais.”

“É importante...abrange o estudo dos metais de maneira geral, suas propriedades, suas reações, processo de degradação e impacto ambiental...e meios de evitar a corrosão.”.

Como os professores novamente trabalharam com mapas conceituais, procurou-se avaliar se ainda apresentavam dificuldades ao elaborá-los. Três professores

consideraram a elaboração dos mapas como algo difícil. Os aspectos que mencionaram foram:

“Como organizar os conceitos do macro para o micro.”

(a dificuldade) *“...foi em descobrir o ‘ponto de partida’ para iniciar o mapa, o grupo não conseguia definir o tema gerador.”*

Já outros dois professores alegaram que:

“Hoje encontrei maior facilidade, pois a troca de experiências está sendo muito útil.”

“...a confecção de mapas conceituais foi bem mais produtivo e interessante. Consegui expor melhor as idéias e dar as relações entre elas, colocando na seqüência do macroscópico para o microscópico.”

Procurou-se também conhecer, dentre os temas abordados nos encontros - pilhas, eletrólise e corrosão – qual a intenção dos professores quanto à escolha do assunto a ser desenvolvido para a execução da última etapa do curso, a aplicação de uma atividade experimental com caráter investigativo em suas aulas.

Três professores escolheram o tema pilhas, justificando das seguintes maneiras:

“...é mais visível para o aluno conseguir enxergar as transformações e ao mesmo tempo faz parte do cotidiano do mesmo”

“A experiência de montagem e desmontagem associa o conteúdo de química diretamente ao cotidiano e desperta curiosidade e interesse em estar montando novamente a pilha e sua utilização novamente fazendo testes.”

“Escolhi ‘pilha de Daniell’ e condutibilidade elétrica em soluções. Além de serem atividades atrativas, pode abranger vários conceitos, discussões e conseguir explicar ‘coisas’ que antes eram consideradas complexas para os alunos.”

Outro professor escolheu o tema eletrólise, utilizando o experimento de galvanização (zincagem), para:

“...o aluno entender que através da eletroquímica podemos recobrir os metais com outros metais (proteger).”

Um outro professor resolveu aplicar uma atividade específica, a condução de corrente elétrica em soluções, alegando que:

“Já abordei o assunto vagamente no início de funções inorgânicas.”

Um dos professores faltou a esse encontro, porém sua proposta de trabalho foi sobre corrosão, envolvendo os experimentos de corrosão do metal cobre através da interação com a solução de cloreto de ferro (III) e o processo de galvanização, não

sendo possível ser apresentada a justificativa de escolha do tema, bem como das atividades experimentais.

Análise do Encontro

Os professores, mesmo admitindo que seus conhecimentos sobre eletrólise sofreram ampliação, não se sentem totalmente seguros quanto à possibilidade de explicá-los para seus alunos, pois nenhum deles escolhe o assunto para ser desenvolvido na última etapa do curso.

É possível perceber que os professores têm consciência de suas limitações, em relação a alguns conceitos de eletroquímica. Assim, o processo iniciado nesse curso deveria ter uma continuidade, de forma que os professores pudessem enfrentar suas dificuldades conceituais, pois tais dificuldades parecem estar sendo superadas pelo exercício de elaboração dos mapas conceituais para o planejamento de suas aulas durante os encontros.

Os professores, entretanto, parecem ter confundido a idéia de mapa conceitual com o possível esquema de organização de um plano de aula (anexo 10). Esse esquema tem como ponto de partida um 'tema gerador', ou seja, um problema a ser estudado, de âmbito sócio-político-econômico ou ambiental, envolvendo conceitos químicos. Os professores procuraram adaptar seus mapas à forma de organização apresentada no plano, sem considerar as diferenças entre planejamento e mapa conceitual (anexo 11).

O conhecimento de quais assuntos os professores pretendem desenvolver em suas aulas é necessário para se buscar de recursos materiais e didáticos para dar suporte ao planejamento de suas atividades.

Analisando as repostas dadas às justificativas da escolha do assunto, observa-se que um professor, ainda apresenta uma visão fragmentada do papel da experimentação, pois vincula a prática a ser realizada com o assunto já desenvolvido em aula, "*Já abordei o assunto vagamente no início de funções inorgânicas*". Isso é de se esperar, pois os próprios conceitos químicos apontados pelo professor foram apresentados desconectados de um contexto. Mas, para que uma mudança conceitual ou atitudinal ocorra é necessário tempo para reflexão e talvez para esse professor este período ainda tenha sido pequeno.

4.2.8 – 8º e 9º Encontro

Objetivos Gerais:

Nesses encontros pretendeu-se dar subsídios para que os professores pudessem elaborar suas propostas de aulas envolvendo algum conceito de eletroquímica.

A proposta a ser apresentada refere-se à escolha do assunto e do experimento a ser realizado, ao planejamento da aula e ao encaminhamento da discussão em sala.

Entre os 8º e 9º encontros, os professores aplicaram a uma de suas classes as atividades planejadas.

Especificamente, no 9º encontro, pretendeu-se identificar as expectativas e as dificuldades encontradas pelos professores no que diz respeito à execução das atividades propostas por eles quanto: à sua própria ação, aos obstáculos enfrentados, à participação dos alunos, à interação aluno-professor, à satisfação do professor ao realizá-la, e se considerariam a possibilidade de realizarem novamente essa atividade.

Foram discutidas também as questões propostas no encontro anterior, buscando analisá-las quanto aos objetivos, os conceitos envolvidos e às possibilidades de resolução.

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

1) Planejar a proposta desenvolvida com os alunos:

- verificar as dificuldades encontradas pelos professores ao proporem uma aula com características voltadas para a construção do conhecimento;
- questionar os professores em relação ao encaminhamento das aulas, qual a participação esperada do aluno na aula, que conceitos serão discutidos, quais as habilidades desenvolvidas;
- apresentar uma orientação através de itens para o planejamento (Anexo 12).

2) Discussão das questões:

- analisar algumas questões, buscando verificar quais os conceitos mais exigidos dos alunos ao respondê-las e quais as demandas cognitivas de tais questões;
- verificar como os professores resolveram as questões.

Objetivos das Atividades Experimentais Realizadas:

- Preparação dos materiais para a execução das aulas experimentais
- preparar e organizar as atividades experimentais.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

A avaliação somente foi realizada no 8º encontro, pois no 9º encontro foi apenas dada continuidade ao trabalho iniciado pelos professores. (Anexo 14)

O questionário apresentado aos professores procurou avaliar o trabalho de elaboração de suas aulas em dois momentos durante o processo, para que fossem observadas as possíveis dificuldades e como eles iriam tentar enfrentá-las. O primeiro momento foi logo após terem esboçado seus planos e o segundo foi ao final do encontro, depois da apresentação, discussão e reelaboração de tais planos. Foram dados alguns parâmetros para eles poderem avaliar o seu desempenho na elaboração das aulas, já que a proposta tratava de aulas práticas de caráter investigativo. Assim, os professores poderiam considerar se a elaboração do plano estava sendo: fácil ou difícil; rápida ou lenta; necessária ou desnecessária; compreensível ou incompreensível; organizada ou confusa; trabalhosa ou de fácil realização, sendo necessário justificar cada um desses parâmetros.

As respostas apresentadas pelos professores no primeiro momento foram organizadas em dois grupos: de acordo com os parâmetros propostos na própria questão e respostas genéricas. Já as idéias dos professores no segundo momento, não seguiram a mesma organização, pois apresentavam respostas de forma genérica. As argumentações dos professores estão sendo apontadas a seguir:

1º Momento

Difícil:

“...não estamos acostumados a trabalhar dessa forma...”.

Lenta:

“...exige de nós consultas a várias fontes...”.

Necessária:

“...porque leva o aluno a pensar e a compreender com maior facilidade...”

“...para melhor organização...”.

Trabalhosa:

“...a princípio pois não estamos acostumados...”

“...muito, acredito que no meu caso, seja devido eu não ter trabalhado em laboratório no meu cotidiano.”

Outros depoimentos:

“Planejar é fácil mas leva tempo para a organização, tornando mais fácil a compreensão e o desenvolvimento da atividade em questão. Planejar é sempre necessário.”

“Difícil, lenta, necessária, compreensível, organizadora e trabalhosa, pois organizar os dados e idéias para que os alunos entendam em seqüência e assimilem o conteúdo em uma atividade experimental requer o máximo de empenho do professor.”

2º Momento

“Alguns itens foram enriquecidos com outros experimentos que auxiliarão o melhor entendimento dos alunos.”

“Bastante trabalhosa, mas já clareou um pouco.”

“A compreensão do roteiro da atividade proposta tornou-se mais clara e fácil, sendo assim o objetivo a ser atingido ficou mais tranqüilo.”

“Fácil, rápida, necessária, compreensível, organizadora e tranqüila pois com o planejamento pronto a facilidade de montar o kit é maior.”

Em outra questão, tentou-se identificar a opinião dos professores quanto às expectativas apresentadas por eles em relação ao planejamento da atividade proposta aos alunos e ao seu conhecimento sobre o assunto.

As respostas dadas quanto às suas expectativas em relação ao planejamento de sua proposta de trabalho com os alunos, são apresentadas a seguir:

“...é que os alunos sintam-se sujeitos do processo de aprendizagem participando ativamente da atividade.”

“Acredito que corra tudo bem, e que os alunos gostem.”

“Ficou mais fácil para realizar a atividade proposta.”

“Vai ser possível realizar a atividade em sala de aula pois, esclareci algumas dúvidas quanto à organização das idéias e com isto poderá facilitar o entendimento do aluno.”

Em relação aos conhecimentos dos professores sobre o assunto a ser aplicado em sala de aula, os depoimentos dos professores foram:

“Foram ampliados e ficaram melhor organizados, ou seja, a seqüência, a maneira de trabalhar, ficou mais clara.”

“Bom, é que tenho condições de demonstrá-los.”

“Através da pesquisa em texto e discussão sobre o assunto, houve um acúmulo de conhecimento.”

“Sobre pilhas consegui entender bem o funcionamento, porém para explicar as diferenças entre pilhas e baterias, deverei ler um pouco mais sobre o assunto.”.

Análise do Encontro

De modo geral, pode-se notar que os professores sentiram dificuldades na elaboração do plano, desde a pesquisa até a organização final da atividade. Eles alegaram não estarem acostumados a realizar esse tipo de atividade, mas que era necessária para um melhor andamento da aula, de forma a auxiliar o aluno a entender e assimilar os conteúdos.

Cabe ressaltar que toda proposta diferente daquela conhecida pelo professor (daquela que oferece segurança e estabilidade perante os alunos por já estar acostumado e parecer estar dominando a situação dentro de sala de aula) poderá acarretar dificuldades, contratempos e barreiras ao tentar ser executada. Os professores mencionaram na avaliação do encontro que a elaboração do plano de aula foi: difícil, pois, *“...não estamos acostumados a trabalhar dessa forma”*; lenta porque *“exige de nós (professores) consultas a várias fontes...”*; trabalhosa porque *“...a princípio pois não estamos acostumados...”*. Com isso, parece que os professores não haviam realizado qualquer tipo de atividade dessa natureza, ou seja, não planejaram aulas com características investigativas, podendo-se especular que o modelo de aula desenvolvido pelos professores corresponde ao estilo tradicional, onde o professor é o dono do conhecimento e o aluno recebe esse conhecimento de forma passiva.

Como aponta Vasconcellos (2001):

“O novo é algo paradoxal; fascina, desafia, provoca para a superação, dá sentido à existência, na medida em que tira da inércia, da mesmice, mas, ao mesmo tempo, mete medo por colocar em questão a estabilidade, a segurança adquirida – às vezes com muito custo – até aquele momento.”.

Muitas vezes, os professores sabem que a mudança é necessária, mas requer tempo, seja no sentido real da palavra, como também para refletir. Além disso, demanda uma mudança não somente da ação do professor em sala de aula, mas também de atitude frente ao processo de ensino o qual acredita ou acreditava estar correto. Afinal de contas, o modelo de ensino no qual o professor se baseia

corresponde ao que ele vivenciou, seja no período da escola básica ou na universidade, assim parece não ter porque mudar, já que ‘sempre foi assim’ e ‘dessa forma dá certo’.

Porém, quando é dada a oportunidade para que o professor reflita sobre a sua prática, desde as dificuldades conceituais até as operacionais, parece que essa ação permite gerar resultados positivos, podendo ser destacados alguns relatos dos professores na avaliação do primeiro momento, onde eles estavam iniciando a elaboração do plano de aula a ser desenvolvido na escola sobre ‘planejar atividades de caráter investigativo’:

“... é a forma mais organizada de transmitir os conteúdos.”

(trabalhosa e organizadora) *“pois organiza os dados e as idéias para que os alunos entendam em seqüência e assimilem o conteúdo em uma atividade experimental requer o máximo de empenho do professor.”*

Analisando esses relatos, pode-se sugerir que alguns professores passaram por mudanças quanto à maneira de desenvolver e organizar os conteúdos a serem ensinados em suas aulas, bem como o seu papel frente ao encaminhamento da atividade experimental, para que se possa garantir uma aprendizagem mais significativa dos alunos.

Já no segundo momento, quando apresentaram e discutiram seus planos de aula, os professores apontaram que suas idéias foram esclarecidas e organizadas, dando suporte para a preparação dos materiais para a atividade a ser desenvolvida em sala de aula.

Os professores já não se sentiam tão inseguros em relação à atividade proposta, os anseios iniciais pareciam estar acomodados, apresentavam um pouco mais de clareza e talvez de segurança para desenvolver essa atividade com seus alunos.

“Quando tentamos mudar tudo de uma vez, corremos o risco de comprometer toda a prática, em função da desorientação e / ou resistência que isto provoca. Devemos considerar que há todo um enraizamento histórico nos sujeitos.” Vasconcellos (2001).

Os professores enfatizaram, em seus planos, a participação dos alunos, não somente com o objetivo de realização operacional da atividade, mas visando que eles *“...sintam-se sujeitos do processo de aprendizagem...”*; ou ainda propondo uma organização das idéias que *“...poderá facilitar o entendimento dos alunos”*.

Novamente, pode-se perceber a mudança da visão do professor, agora em relação ao seu papel no processo de ensino-aprendizagem. No que diz respeito a sua

ação frente ao aluno, ou seja, passam a considerar que caberá ao professor mediar o processo de aprendizagem do aluno durante a realização da atividade proposta em sua sala de aula. Pelos depoimentos, percebe-se que os professores até então não desenvolviam atividades com o objetivo de construir conhecimento, e sim apenas para apresentar os conceitos aos alunos, no velho estilo de o professor falar e o aluno escutar.

“O conhecimento não pode ser ‘depositado’ na cabeça do educando, nem vai ‘brotar’ espontaneamente; tem de ser desconstruído-construído, através de um processo de interação educador-educando-objeto de conhecimento-realidade” Vasconcellos (2001).

No que diz respeito ao conhecimento dos professores para ensinar algum conceito de eletroquímica, pode-se notar que, na maioria dos casos, eles consideraram que tais conceitos foram ampliados, organizados, entendidos e acumulados. Assim, a justificativa apresentada por um professor para ensinar um dado conceito: *“Bom, é que tenho condições de demonstrá-lo”*, pode ser entendida não como uma referência à própria realização da atividade, mas sim às suas condições intelectuais, ou seja, ao seu desenvolvimento cognitivo.

“A mudança de postura é algo que se dá no sujeito.” Vasconcellos (2001).

4.2.9 – 10º Encontro

Objetivos Gerais:

Para aqueles professores que ainda não haviam aplicado suas propostas em suas salas de aula, pretendeu-se identificar suas expectativas e possíveis dificuldades em realizarem as atividades experimentais para ensinar alguns conceitos de eletroquímica.

Também procurou-se esclarecer a dúvida de um dos professores quanto ao revestimento de alguns materiais com “ouro” ou processo de douração.

E por fim, foi estabelecido um diálogo entre os professores cursistas e o professor pesquisador, tendo como objetivo verificar se as expectativas dos professores quanto ao curso foram atingidas, quais foram as vantagens e desvantagens propostas pelo curso para as suas aulas.

Além disso, na avaliação do encontro, denominado como “Avaliação Geral do Curso”, pretendeu-se comparar as idéias dos professores no início e no final do curso quanto ao papel da experimentação no ensino. Para tal aplicou-se um instrumento com

itens semelhantes ao aplicado inicialmente (anexo 2 – 2ª etapa), voltado para a análise da atividade realizada em sala de aula.

Objetivos das Atividades Desenvolvidas:

1) Relatos das aulas experimentais executadas por alguns professores:

- procurar saber quais as expectativas dos professores ao realizarem as atividades práticas com os alunos;
- conhecer os resultados obtidos por eles ao realizar as atividades planejadas.

2) Discussão sobre o processo de galvanização na qual as peças apresentam aspecto de 'ouro'⁴⁶

- Realizar uma discussão com os professores sobre processo galvânico conhecido como 'douração' ou 'folheação a ouro'.

3) Avaliação do curso (relato oral com intervenções e questionário):

- verificar se as expectativas dos professores quanto ao curso foram atingidas;
- conhecer quais as possíveis contribuições do curso para as aulas desses professores;
- procurar estabelecer uma comparação entre a visão do professor quanto ao papel da experimentação no início e ao final do curso, após a realização de atividades práticas de caráter investigativo.

Avaliação do Encontro – Visão dos Professores Cursistas

A avaliação aplicada neste encontro buscou identificar a opinião dos professores quanto ao papel das atividades experimentais no ensino, às dificuldades encontradas por eles ao realizar a atividade experimental em sua sala de aula e quanto ao enfoque dado por eles à atividade realizada, buscando relacioná-las com: a motivação para a aprendizagem dos alunos, a aquisição de técnicas de laboratório, a compreensão de conceitos científicos, ao modo pelo qual a Ciência é produzida, o desenvolvimento da objetividade e da tomada de decisões. Além disso, tentou-se verificar como este tipo de trabalho – propostas de ensino tendo em vista atividades experimentais de caráter

⁴⁶ BUZZONI, H. A. *Galvanoplastia*. 2ª ed. São Paulo: Cone, 1991.

investigativo – foi recebido pela direção da escola, ou seja, a visão da escola perante a ação do próprio professor. (Anexo 13 – 1º momento)

Para o papel das atividades de laboratório, as idéias apontadas pelos professores podem ser agrupadas em relação: ao aluno, ao ensino e a própria atividade experimental. Os resultados estão apresentados no quadro 4.4.

Quadro 4.4 – Papel das atividades experimentais.

Papel das atividades de laboratório para:

o aluno ▼	o ensino ▼	a própria atividade ▼
➤ investiga seus próprios conhecimentos (1)*	➤ o processo de ensino-aprendizagem é facilitado (1)*	➤ relaciona a teoria e a prática (1)*
➤ interage com seus pares e com o professor (1)*	➤ as aulas ficam enriquecidas (1)*	➤ concretiza a teoria (1)*
➤ estabelece a relação entre a prática e a teoria (1)*	➤ há interação entre o conhecimento, o aluno e o professor (1)*	➤ fixa a aprendizagem, tornando-a mais fácil (1)*
➤ desperta sua própria atenção (1)*		

* os números indicam a quantidade de professores que justificaram dessa forma.

Quanto às dificuldades encontradas, apenas um professor aponta que não teve dificuldades ao realizar a atividade proposta, pois tanto a escola como os alunos o apoiaram e suas dúvidas foram esclarecidas no curso. Já as dificuldades apresentadas pelos outros professores dizem respeito à insegurança ao dar voz aos alunos, ao preparo do laboratório, a estabelecer claramente a relação entre a atividade e os conceitos e à execução do próprio experimento. Alguns relatos estão apresentados a seguir:

“Por ser uma situação diferente, senti medo de não saber responder as perguntas dos alunos.”

(encontrou alguma dificuldade?) *“Sim, principalmente o preparo do laboratório.”*

(dificuldade foi) *“Relacionar os conceitos relacionados à atividade.”*

(a dificuldade ao realizar o experimento foi) *“...no momento da execução (medo de não funcionar).”*

As respostas dadas à questão referente à escolha e à execução da atividade experimental aplicada pelo professor serão apresentadas individualmente, para que se possa avaliar o conjunto das idéias apresentadas pelo professor a respeito de sua própria aula.

Obs.: A partir do 6º encontro, o curso passou a ter apenas 5 professores cursistas, portanto a análise individual será desses professores.

Professor 1 – Aula sobre a condução de corrente elétrica em soluções aquosas

O professor considerou que a atividade teve um caráter motivador porque *“Eles viram na prática o fenômeno acontecer”*. Em relação à aquisição de técnicas o professor afirma não ter sido possível, pois o experimento foi demonstrativo. Segundo o professor, os alunos puderam compreender os conceitos científicos, pois ao verificá-los na prática, os alunos fixam e entendem melhor o conceito.

Professor 2 - Aula sobre a corrosão dos metais cobre e ferro, e o processo de galvanização: cobreação

O professor considerou que a atividade teve um caráter motivador, uma vez que se iniciou com as idéias que os alunos já tinham *“a atividade iniciou com os conhecimentos prévios dos alunos”*. O professor apontou que os alunos adquiriram técnicas simplesmente pela atividade não ter sido demonstrativa. A aquisição de técnicas também está relacionada à análise dos resultados pelos estudantes. Também considerou que os conceitos científicos foram melhores compreendidos, pois foram comparados com que os alunos já sabiam *“Através do experimento eles puderam fazer um paralelo entre as suas idéias prévias e o que realmente aconteceu, compreendendo assim com mais clareza os conhecimentos científicos”*. A atividade, segundo o professor proporcionou aos alunos, tomadas de decisões, pois segundo suas palavras *“As atividades proporcionaram aos alunos momento para discussão, dar opinião, e chegarem a um consenso.”*

Professor 3 – Aula sobre a cobreação da moeda

O professor considerou a atividade de caráter motivador “*Porque eles visualizaram na prática alguns aspectos (corrosão) que estão ocorrendo no cotidiano*”. O professor apontou que os alunos adquiriram técnicas, pois montaram e manipularam equipamentos, vidrarias e reagentes. No que diz respeito à compreensão de conceitos científicos através da atividade, o professor afirmou que os alunos compreenderam o processo de galvanização ou eletrodeposição. Segundo o professor, os alunos compreenderam como a Ciência é produzida pois “*alguns conhecimentos estavam relacionados com condutibilidade, eletrólise, oxi-redução, reações químicas*”. Também considerou que a tomada de decisões se torna mais fácil quando os objetivos forem alcançados.

Professor 4 – Aula sobre a condutibilidade elétrica em soluções aquosas e a pilha de ‘Daniell’

Segundo o professor, a atividade teve um caráter motivador pois “*Despertou o interesse dos alunos, vendo a química com outros olhares, isto é, com possibilidades de descobrir e verificar conteúdos, que até então eram ‘chatos e cansativos’.*”. Para o professor, não foram desenvolvidas técnicas na realização da atividade porque era demonstrativa, tendo apenas o auxílio de alguns alunos. Em relação à compreensão de conceitos científicos, o professor apontou que “*A partir das idéias prévias dos alunos, percebi que essas concepções iniciais foram enriquecidas com a prática, fazendo com que os mesmos (alunos) adquirissem conceitos novos*”. Segundo o professor, os alunos puderam compreender como a Ciência é produzida, pois “*As atividades serviram para comprovarem ou afirmarem certos conceitos, nas quais foram testados e aplicados pelos cientistas no laboratório*”. Também considerou que “*A química tornou-se mais concreta e próxima às visões dos alunos. Indagações foram feitas e incentivou-os a serem críticos e responsáveis pela própria aprendizagem*” e que desenvolveu a objetividade e a tomada de decisões por parte dos alunos.

Professor 5 – Aula sobre a desmontagem e montagem da pilha ‘seca’

A atividade foi considerada pelo professor como motivadora pois “*despertam muito interesse (nos alunos) em descobrir o porque de tais reações*”. Algumas técnicas foram desenvolvidas pois os alunos foram orientados quanto aos cuidados a serem tomados ao manusear reagentes, utilizando-se luvas. O professor considerou que os

conceitos científicos foram pouco compreendidos, por ter dado ênfase à problemática ambiental sobre o descarte inadequado das pilhas. Em relação ao desenvolvimento da objetividade e da tomada de decisões, os alunos, segundo o professor *“se envolveram no problema, faziam mudanças e descobriam sozinhos o porque de tais reações, coisas que motivaram muito o professor”*.

Quanto ao apoio dado pela direção da escola, os professores relataram que receberam algum tipo de apoio, sendo destacados alguns depoimentos:

“Aprovação (da direção) porque proporciona aos alunos uma aula diferente e mais participativa e a escola se torna diferente (atrativa).”

“Por ser uma atividade diferenciada, a direção abriu as portas...Consideram importante para a aprendizagem dos alunos.”

“...antes e depois da realização da atividade deram total apoio e parabenizou meu trabalho.”

Os professores se referem a apoio moral ou aprovação. Nenhum mencionou apoio material ou apoio para futuras atividades, talvez porque foi considerado mais importante pelo professor fossem os aspectos afetivos, ou seja, em relação a sua própria auto-estima do que aspectos operacionais.

Procurou-se conhecer também como os professores avaliaram as possíveis contribuições que o curso poderia ter dado em relação a sua formação docente, segurança para a realização de atividades experimentais junto aos alunos e reivindicações de melhores condições de trabalho para a realização dos experimentos. Os professores deveriam expressar sua opinião quanto aos aspectos positivos e negativos do curso de capacitação realizado por eles.

Em relação à contribuição para a formação docente, os professores enfatizaram os aspectos conceituais. Assim, os professores apontaram que adquiriram, ampliaram ou revisaram seus conhecimentos. Aspectos pedagógicos também foram mencionados, tais como a contribuição para a elaboração do planejamento, a inovação de suas aulas, a melhoria na relação professor–aluno.

Considerando a segurança ao realizar atividades práticas e tendo em vista seus conhecimentos atuais, todos os professores apontaram que estavam mais seguros, podendo ser destacados alguns relatos:

“O trabalho em laboratório exige uma bagagem teórica muito grande por parte do professor e o curso proporcionou isso.”

“Os conhecimentos foram ampliados e abriram outras fontes para a realização de pesquisas sobre os temas abordados.”

“Depende do tema abordado...seja fácil para o aluno...o professor deverá preparar-se (‘pesquisar’) para conduzir a aula. Tudo é possível, sentindo-se seguro, desde que haja vontade e dedicação.”

“Muito segura...dúvidas surgirão, porém deverão ser esclarecidas com pesquisas e leituras...e relacionamentos futuros com o próprio grupo.”

Quanto a segurança para reivindicarem melhores condições de trabalho, quatro dos cinco professores, indicaram que solicitariam melhorias para o desenvolvimento de atividades práticas, e algumas das justificativas dadas por eles indicam a sua ação, como: *“...quando você mostra força de vontade e trabalho, você tem o direito de cobrar”*, ou que *“...o objetivo é melhorar as condições de trabalho para que o professor realize experimentos com os alunos e sinta que o aprendizado foi satisfatório.”*

No item referente aos aspectos positivos e negativos apontados pelos professores em relação ao curso, pode-se destacar alguns relatos.

Aspectos positivos:

“Ampliou conhecimentos, esclareceu dúvidas e nos deu mais segurança.”

“Troca de informações, melhorou as condições para elaboração e execução de aulas teóricas / práticas, trouxe mais subsídios para a realização de experimentos.”

“...reforçar conteúdos, criar hábitos de pesquisa, integração entre os professores, troca de experiências e conhecimento de situações novas e ajuda na realização profissional...”

Aspectos negativos:

“Os cursos de capacitação deveriam ser mais constantes e extensos com atividades práticas para que o professor realmente se sentisse seguro.”

(necessidade de mais cursos) *“...pois ajuda muito na preparação do professor.”*

“Desistência dos professores.”

Análise do encontro

Às idéias manifestadas no início, de que as atividades experimentais têm a finalidade de motivar o aluno e de comprovar ou ilustrar a teoria (já ensinada), foram acrescentadas outras, enfatizando as interações professor-aluno, aluno-aluno e professor-conhecimento dos alunos. Assim, pode-se considerar que os professores passaram a perceber que os alunos, ao realizarem uma atividade, devem se envolver não somente de forma operacional, mas também cognitivamente. Os professores não consideraram

a possibilidade de desenvolver conteúdos a partir das idéias dos estudantes e mediar o processo. Alguns professores expressaram um grande entusiasmo por esse tipo de proposta de trabalho e aspectos que caracterizam essa abordagem, como por exemplo:

“...a atividade iniciou com os conhecimentos prévios dos alunos.”

“Através do experimento eles puderam fazer um paralelo entre as suas idéias prévias e o que realmente aconteceu...”

“A partir das idéias prévias dos alunos, percebi que essas concepções iniciais foram enriquecidas com a prática, fazendo com que os mesmos adquirissem conceitos novos.”

Talvez, os professores até conhecessem a possibilidade de trabalhar com as idéias prévias dos alunos, porém ainda não haviam desenvolvido atividades dessa natureza em suas salas de aula.

Assim, se o professor passar a compreender a necessidade dessa inter-relação entre seus conhecimentos e o do aluno, talvez o processo de ensino-aprendizagem se torne mais desafiador e menos desmotivador, tanto para os alunos como para o professor.

Quanto às dificuldades apresentadas pelos professores ao executarem as atividades práticas, é interessante notar que os aspectos referentes ao controle dos alunos, espaço físico, falta de tempo, mencionados no início do curso, não foram retomados na avaliação final. A ênfase foi dada à própria execução da atividade *“medo de não funcionar”*; *“preparo do laboratório”* e aos próprios conceitos *“senti medo de não saber responder as perguntas dos alunos”*; *“Relacionar os conceitos com a atividade”*.

Tais indícios revelam a insegurança do professor frente a novos desafios que se apresentam quando o processo de ensino-aprendizagem é planejado para que o aluno seja também responsável pela sua aprendizagem, para que esta seja significativa. *“Se o professor domina o método, é capaz de alterar as mediações, de acordo com a mudança da realidade e / ou do objetivo; de outra forma, será um mero executor”* (Vasconcellos, 2001). Assim, é necessária a criação de momentos para que o professor possa refletir sobre sua ação e qual o seu papel como educador.

As características dadas pelo professor à sua atividade experimental foram comparadas com as idéias apresentadas no início do curso. Os professores apontaram, tal qual no início do curso, que as atividades experimentais tem um caráter motivador. Dois professores insistiram ainda na motivação como constatação da teoria na prática *“viram na prática o fenômeno”*. Entretanto, outros aspectos foram colocados

em evidência como despertar o interesse pelo conteúdo e aprender conhecimentos novos, *“vendo a química com outros olhares, isto é com possibilidade de descobrir e verificar conteúdos”*; *“interesse em descobrir o porque de tais reações”*.

Comparando as relações nos dois momentos (inicial e final), pode-se considerar que os professores passaram a caracterizar ‘a motivação’ como algo integrador, interligando professor (fazendo aprender) e aluno (conhecimentos prévios).

Assim, através das discussões realizadas durante o curso, pode-se observar uma mudança na visão dos professores cursistas sobre o papel do ensino experimental, o que parece ser um aspecto positivo do curso. Os professores apontam indícios de que começaram a apresentar uma concepção diferente da que tinham inicialmente. Essas concepções correspondem às idéias apontadas por Hodson (1994), ao propor o redirecionamento do ensino experimental para a aprendizagem da ciência, como já mencionado anteriormente (item 2.1.2): *“...os professores deveriam dar tempo aos alunos para que eles construam seus próprios conhecimentos de forma a ter significado, apresentem experimentos que possam explorar, desenvolver e modificar as idéias dos estudantes”*.

Em relação à aquisição de técnicas, a maioria considerou, no início dos encontros, que os alunos deveriam adquirir técnicas ao realizarem as atividades práticas, e que isso se tratava de um aspecto positivo para o processo de ensino-aprendizagem. Porém, após a realização de suas atividades práticas, dois professores não consideraram ter desenvolvido técnicas pois apresentaram experimentos demonstrativos. Os outros três professores alegaram que os alunos adquiriram técnicas, pois *“...os alunos preparam, desenvolveram e analisaram o experimento”, “...montagem e manipulação do equipamento, vidrarias e reagentes”, “...orientados quanto ao cuidado em manuseio de reagentes”*.

Mas esses aspectos apresentados pelos professores como técnicas, na verdade referem-se ao manuseio e aos cuidados necessários para que a atividade seja desenvolvida e não à exigência de habilidades específicas de laboratório para o aluno, como já apresentadas e discutidas no item 2.1.2. Parece que esses professores apresentam uma certa confusão de idéias sobre o desenvolvimento de técnicas (aprender estratégias para a manipulação de equipamentos) e destrezas manuais (cuidados para a manipulação).

Em relação aos conhecimentos científicos, os professores apresentam concepções semelhantes às iniciais ao se comparar com os resultados após a aplicação das aulas.

No que diz respeito à compreensão de como a Ciência é produzida, a maioria dos professores não respondeu a esta pergunta. Apenas dois deles (total de 5 professores) indicaram que os alunos comprovaram ou afirmaram certos conceitos, ou que alguns conhecimentos estavam relacionados a outros conceitos.

Assim, fica difícil analisar esta questão, pois não se sabe se os professores deixaram de responder porque suas aulas não tinham tal objetivo ou se apenas ignoraram a pergunta.

Pode ser que não esteja claro para o professor essa problemática. Ele mesmo não tem essa compreensão. Assim, não sabe reconhecê-la, propô-la ou avaliá-la.

Em relação às atitudes científicas, pode-se notar que há um consenso quanto ao desenvolvimento de algumas atitudes nos alunos. Os professores mantiveram suas idéias iniciais, de que para os alunos chegarem a tomar uma decisão, deveriam se envolver cognitivamente. Em seus depoimentos houve relatos como: *“as atividades proporcionaram aos alunos momento para discussão, dar opinião e chegarem a um consenso”*, ou que *“indagações foram feitas e incentivou-os a serem críticos e responsáveis pela própria aprendizagem”*, e ainda que *“eles se envolveram no problema, faziam mudanças e descobriram sozinhos o porque de tais reações”*.

É possível perceber que os professores, apesar de alegarem inicialmente a possibilidade de envolvimento dos alunos, parecem empolgados e estimulados com a participação destes nas atividades desenvolvidas, pois um professor acrescentou *“...(os alunos) se envolveram no problema, faziam mudanças e descobriram sozinhos o porque de tais reações, coisas que motivaram muito o professor”*⁴⁷.

No que diz respeito ao apoio dado pela direção da escola, todos manifestaram que receberam tal apoio, se referindo a aprovação ou elogios ao trabalho desenvolvido pelo professor: *“a escola se tornar mais atrativa”*, *“que diferentes atividades podem interferir na aprendizagem dos alunos”* e *“que o professor precisa ser estimulado”*.

Assim, pode-se observar que os professores necessitam que sua auto-estima seja estimulada para que tenham vontade e força para tentarem ir muito além destas propostas de trabalho sobre eletroquímica.

⁴⁷ Grifo do pesquisador.

Parece que esse apoio dado aos professores pela direção corresponde apenas a elogios para aquela determinada atividade desenvolvida nesse momento, porém, não há um maior incentivo perante a continuidade desse trabalho, ou para a elaboração de outras propostas de trabalho. Parece ser algo imediato e não duradouro, contínuo.

Analisando as respostas dadas à avaliação do curso, em relação à contribuição do mesmo para a formação do professor, um aspecto colocado em evidência pela maioria foi a aquisição de novos conhecimentos e de conteúdos químicos específicos. Também chama atenção a contribuição apontada na 'elaboração' das aulas, na melhoria da relação entre professor e aluno, na segurança e inovação para as aulas. Tais considerações são de extrema importância, porque mostram como os professores puderam aproveitar as discussões realizadas no curso, não restringindo somente ao tema de eletroquímica.

Em relação à segurança alcançada para realizar atividades experimentais, quatro professores consideraram que o curso lhes proporcionou tal segurança, pois adquiriram conhecimentos conceituais e metodológicos. Tais conhecimentos podem ter auxiliado o professor na construção de uma abordagem diferenciada para resolver problemas referentes ao processo de ensino-aprendizagem e de conteúdos, inclusive aqueles para os quais apresenta lacunas conceituais, como cita um professor: *"...algumas dúvidas surgirão, porém deverão ser esclarecidas com pesquisas e leitura, e relacionamentos futuros com o próprio grupo"*.

Nesse sentido, o professor deve identificar suas próprias limitações e procurar meios de superá-las de forma a proporcionar aos alunos mais oportunidades de aprendizagem.

Os professores consideraram que devem reivindicar melhores condições de trabalho para a realização das atividades experimentais, porém não deixam claras quais ações pretendiam realizar nesse sentido. Falta ao professor conhecer a estrutura administrativa da escola e se sentir responsável pela gestão dos recursos existentes para poder influenciar na sua distribuição.

Dentro da visão considerada positiva do curso, os professores informaram que ocorreram ampliações, esclarecimentos e segurança quanto aos conhecimentos, foram estabelecidas trocas de informações, hábitos de pesquisa, integração entre grupos de professores e suporte técnico. Já em relação aos aspectos negativos, talvez não diretamente, apontam a falta de possibilidade de oferecimento de momentos como esse realizado e o desligamento dos outros professores que iniciaram o curso.

Os professores, geralmente, encontram-se sozinhos nas escolas, pois muitas vezes cada um acaba assumindo o número máximo de aulas de química em um determinado período escolar, diurno ou noturno, com isso, dificilmente os professores de uma mesma escola se encontram, a não ser no período de planejamento, isto é, no início do ano. Dessa forma, pouco podem conversar, trocar idéias, discutir conceitos, planejar etc. Extrapolando para outras escolas, pode-se imaginar a quantidade de professores de química que acabam não tendo com quem interagir. Talvez por isso, os professores cursistas apontaram como aspecto negativo a desistência dos colegas durante o curso, pois para eles essa 'falta de comunicação' acaba deixando-os isolados e consideraram positivo esses momentos em que tiveram oportunidade de trocar experiências. Cabe ainda ressaltar que esse possível isolamento poderá causar aos professores um desânimo quanto a busca de recursos para melhorar a qualidade de suas aulas.

Outro aspecto interessante diz respeito à ação dos professores frente aos desafios lançados durante o curso. Desde o início, várias de suas idéias foram colocadas em xeque, sendo que alguns assumiram suas dificuldades e procuraram superá-las. Na última etapa do curso, na qual deveriam planejar e aplicar uma atividade experimental de caráter investigativo em suas salas de aula, as dificuldades ainda foram maiores, como eles mesmos apontaram, pois não estavam acostumados com esse tipo de trabalho. Mas, mesmo com as lacunas conceituais e com suas concepções sobre o papel das atividades experimentais, todos tentaram desenvolver suas aulas propostas, sendo a tarefa considerada "ainda" difícil, trabalhosa, lenta e necessária para elaborar seus planos de aulas.

Talvez se os professores tivessem a oportunidade de expor, discutir e refletir sobre suas dificuldades, sejam cognitivas (conceituais, procedimentais ou atitudinais) ou operacionais (segurança ao manusear, preparar, realizar, encaminhar ou reivindicar condições de trabalho), poderiam estabelecer novas idéias para o processo de ensino-aprendizagem e se sentir muito mais seguros frente a mudanças educacionais propostas ou até mesmo iniciar uma proposta de ensino diferenciada da tradicional, assumindo, como já mencionado, o papel de educador e não de mero transmissor do livro didático.

Assim, os professores, de modo geral, necessitam de interação entre si, pois ao trocarem idéias e experiências adquiridas em sala de aula, poderão cada vez mais ir à

busca de um ensino de qualidade e significativo para os alunos, pois como mencionou um professor *“uma andorinha sozinha não faz verão”*, mas inspira outras a fazê-los.

4.3 – O Caminhar dos Professores

4.3.1 – Como os Professores Refletem sobre a sua Prática Docente ao Serem Apresentadas Situações de Conflito

No 6º encontro foi realizada uma entrevista semi-estruturada com cada um dos professores (Anexo 15), tendo como objetivo obter mais informações sobre como o curso estava sendo percebido por eles professores, considerando suas expectativas, o estabelecimento de conflitos cognitivos; as contribuições para suas aulas e se reconheciam mudanças, de natureza conceitual ou atitudinal, em suas visões e ações docentes. Procurou-se ainda verificar se os professores se sentiam preparados e quanto estavam entusiasmados ou motivados para planejar e aplicar a atividade de eletroquímica aos seus alunos.

A partir dessa entrevista, procurou-se elaborar um perfil individual, com o objetivo de verificar as possíveis reflexões e mudanças de atitudes de cada professor frente às atividades desenvolvidas até o momento. Para isso, cada um dos professores foi identificado seguindo a mesma padronização na avaliação do 10º encontro (item 4.2.9) como professor 1 (P1), professor 2 (P2) e assim sucessivamente.

Considerando-se as expectativas dos professores em relação ao curso, observou-se que dois professores, respectivamente P3 e P4, enfatizaram os aspectos conceituais, ou seja, gostariam de adquirir ou ampliar seus conhecimentos sobre eletroquímica, como apontam em seus depoimentos: (suas expectativas eram) *“...em parte a eletroquímica que a gente tem pouco conhecimento, parte prática de eletroquímica... conciliar mais teoria com a prática dessa parte de eletroquímica”* (P3), *“pelo assunto que é eletroquímica...é mais pela dificuldade de lidar com esse tipo de assunto em sala de aula...”* (P4). Um outro professor (P1) apontou tanto os aspectos conceituais quanto pedagógicos, pois esperava fazer uma revisão dos conceitos de eletroquímica e tentar melhorar seu desempenho na realização de atividades práticas: *“...na realidade eu queria uma revisão de eletroquímica e também porque eu sou ruim no laboratório, nessa parte, eu não atuo na minha escola”*. Outro professor (P5) se restringiu à questão do ensino experimental, declarando que o curso ia ao encontro de suas dificuldades em relação à

realização de atividades experimentais junto a alunos: *“Gostaria de adquirir mais experiências para poder trabalhar mais na prática com os alunos, porque eu não tenho prática de trabalhar com os alunos no laboratório...”*. Já P2, a princípio pensava iria aperfeiçoar seus conhecimentos de modo geral, mas no decorrer do curso percebe não se tratar de uma ampliação de conhecimentos e sim aquisição de novos, como apontou em seu depoimento: *“...eu vim na esperança de aperfeiçoar, mas pela formação que eu tive, eu estou aprendendo muita coisa nova, tudo é novidade”*.

É possível perceber que cada professor tinha suas próprias motivações ao procurar o curso. A proposta do curso, que enfatizava mais alguns aspectos pedagógicos relacionados ao papel e utilização de atividades experimentais, embora tenha sido explicitada para os professores, se sobrepôs apenas em parte, aos interesses pessoais de alguns deles.

Ao analisar as respostas dos professores em relação a possíveis conflitos estabelecidos entre seus conhecimentos prévios dos professores e os conceitos discutidos até aquele momento, percebe-se que tais conflitos não são reconhecidos ou admitidos. Alguns relataram que o que está sendo apresentado a eles é conhecimento novo (P2 e P4), então não poderia ser criado um conflito, pois eles não têm conhecimento sobre o assunto estudado. Outros dois professores (P1 e P3) apontaram que não havia um conflito cognitivo, tratava-se apenas de lembrar alguns conceitos pois os tinham aprendido há muito tempo. Apenas P5 considerou que existiram alguns conflitos entre suas idéias e as apresentadas, porém ao realizar as atividades práticas esses foram sendo resolvidos.

Era evidente, entretanto, contradições entre as idéias que manifestaram sobre o papel pedagógico das atividades experimentais e aquelas que estavam sendo abordadas no curso. Alguns conceitos alternativos sobre eletroquímica eram também evidentes, e alguns dos experimentos e discussões realizadas procuraram desequilibrar tanto as crenças do professor sobre o papel da experimentação quanto seus erros conceituais.

Talvez por não terem uma crença muito firmada em suas próprias idéias (Chin e Brewer, 1993) não tenha se estabelecido um conflito e sim a aceitação das novas idéias, que pelo mesmo motivo foram consideradas plausíveis. Também, admitir conflitos cognitivos significa admitir falhas conceituais, o que, do ponto de vista do professor, pode comprometer, para si mesmo, sua autoridade de especialista.

Buscando verificar quais as possíveis contribuições o curso proporcionaria às aulas dos professores, observou-se que três professores (P2, P4 e P5) apontaram que as atividades experimentais realizadas poderiam fazer com que eles se sentissem mais seguros ao aplicá-las ou conhecessem atividades que pudessem ser desenvolvidas com seus alunos, sendo:

P2: *“...mais segurança ao trabalhar com experimentos.... segurança de aplicação”*.

P4: *“Os experimentos. Se eu tiver os materiais que lá necessitarem, com certeza eu aplico”*.

P5: (as experiências) *“...tanto que eu já apliquei algumas... quero fazer outras”*.

Apesar de os professores colocarem como referência as atividades experimentais, um deles as considerou como recurso para adquirir habilidades cognitivas para trabalhar no laboratório com seus alunos, ou seja, ter capacidade de desenvolvê-las em sala de aula. Os outros dois, parece que apenas querem conhecer roteiros experimentais para que possam realizá-los, não deixando claro se estariam preocupados com a forma de encaminhamento dessas atividades junto aos seus alunos.

Porém, observa-se no relato de P3: *“A gente pode acrescentar no planejamento algumas coisas de eletroquímica e mostrar para o aluno esta parte como ocorrem as transformações”*, que a sua intenção seria a de estabelecer uma integração entre a atividade experimental e os conteúdos abordados, sendo esta uma das idéias apresentadas no curso.

Já P1, parece não saber se há contribuições pois: *“...eu acho que nem sei, se eu conseguir ficar, eu acho que vai ser bom”*. (se eu conseguir?) *“...como eu vou levar os meus alunos num laboratório para mostrar pra eles eletroquímica se eu não estou dando nada de eletroquímica, isso é que eu fico pensando”*.

É possível perceber que a preocupação maior do professor é se ele irá conseguir e como, cumprir a terceira etapa do curso. Ele não conseguiu perceber que várias atividades já foram desenvolvidas para dar suporte à realização dessa etapa. Com isso, ele acaba estabelecendo uma barreira, a qual poderá dificultar o processo de elaboração da sua proposta de aula.

Assim, cada professor parece estar focando as idéias apresentadas no curso de acordo com suas próprias necessidades ou visão, não se descolando de sua realidade imediata.

Tentou-se verificar se ocorreu algum tipo de mudança na postura / atitude do professor em sua sala de aula, talvez por influência de algumas das discussões,

realizadas até esse encontro, sobre os aspectos pedagógicos e conceituais do processo de ensino-aprendizagem. A maioria dos professores alegou estar tendo uma visão diferente da inicial (antes do curso) em relação aos seus conhecimentos e suas atitudes em sala de aula. A seguir estão os depoimentos dos professores:

P3: (o curso) *“Influenciou bastante, deu mais visão, mais informação, mais conhecimento, melhorou bastante”*.

P2: *“...querendo ou não, acaba mudando a sua maneira de falar...a gente estava falando de ácido e base, então eu não taquei o que era um ácido, uma base. Primeiro eu levei um limão, levei, pedi para eles testarem com papel de tornassol...Eu comecei a partir deles a falar, então eu não cheguei e despejei”*.⁴⁸

P4: (alguma mudança?) *“... como lidar com o assunto em sala, é não dar a resposta para o aluno e sim, a aula tem que ser uma investigação. É colocar aquele assunto e ficar fazendo perguntas e eles vão falando a concepção de vida deles, até mesmo parte difíceis, eles vão procurando para responder. Não dar algo pronto, é uma coisa que eu e a maioria dos professores chega e já quer falar o que é eletroquímica, e já vai relatando tudo, e isso é um processo demorado de aprendizagem para os alunos. É como se eles tivessem vomitando tudo aquilo que você passou...”*.⁴⁹

P5: (algo mudou?) *“Bastante, eu estou tentando até mudar o plano de aula, do que os professores que eu tive. Quero fazer uma coisa mais voltada para o dia a dia dos alunos, acho que esta parte de eletroquímica, não só essa, como você falou, dá pra gente trabalhar da mesma forma com outros conceitos também”*.⁵⁰

Apenas P1 apontou que não percebeu nenhuma diferença em relação a sua postura em sala de aula.

Ao analisar esses depoimentos, observa-se que dois professores (P2 e P4) mostraram que as mudanças apresentadas por eles em sala de aula, correspondem à forma de abordar os conceitos, ou seja, a forma de encaminhamento das aulas, partindo do concreto e das idéias dos alunos para a construção do conhecimento. Essa idéia foi apresentada e discutida com os professores em vários encontros, e pareceu que esses dois professores as consideraram tanto plausíveis quanto aplicáveis (Posner et al, 1982). Chama a atenção no depoimento de P2, a sua atitude frente ao desenvolvimento da aula *“...eu não taquei...eu não cheguei e despejei”*, ou seja, ele aplica

⁴⁸ Grifo do pesquisador.

⁴⁹ Grifo do pesquisador.

⁵⁰ Grifo do pesquisador.

uma atividade na qual procura construir e não apenas 'dita' para os alunos os conteúdos. Além disso, pode-se destacar que P2 fez uma transposição dessa proposta de ensino (que estava sendo discutida para eletroquímica) para um outro conteúdo (ácido-base), o qual estava desenvolvendo em sua sala. Já P4, além de considerar a idéia de explorar as idéias prévias dos alunos para o conteúdo de eletroquímica, acaba analisando o papel do professor em sala de aula, “...eu e a maioria dos professores chega e já quer falar...” e como esse processo de ensino através da transmissão de conteúdos acaba sendo “...demorado para os alunos...”.

O depoimento de P5 mostrou que esse professor quer mudar seu plano de aula, tendo em vista uma proposta de associar os conceitos com o cotidiano do aluno, porém ensinava segundo o modelo de aula que teve enquanto aluno e também acaba colocando em evidência a possibilidade de extrapolar tal proposta de ensino para outros conteúdos que não sejam os de eletroquímica. Talvez por esse motivo, aponta que poderá ocorrer uma mudança, mas para que isso realmente aconteça seria necessário um tempo maior de reflexão e de dedicação do próprio professor para desenvolver essa proposta de ensino.

Somente P3 considerou que a mudança corresponde a conhecimentos de modo geral, adquiridos e ampliados durante as discussões realizadas nos encontros, sendo de extrema importância para o desenvolvimento de suas aulas.

O depoimento de P1 pode significar que as idéias apresentadas e discutidas não se mostraram inteligíveis ou então plausíveis para ele. P1 parece confirmar a idéia de que o tipo de ensino a que o professor é submetido durante sua formação escolar tem grande influência sobre suas concepções e sua prática docente (Hewson e Hewson, 1988).

Na análise dos depoimentos sobre o entusiasmo dos professores ao preparar a atividade de eletroquímica que irão desenvolver com seus alunos, observou-se que, de modo geral, eles se sentem motivados para realizá-la. Um professor (P4) não respondeu a pergunta.

Para P1, existe o querer fazer, mas observa-se que ele se sente ainda inseguro em relação à realização de atividades experimentais, mas até considera a possibilidade de tentar realizar um experimento demonstrativo, como aponta:

“...eu até gostaria sim, mas acho até uma coisa legal levar eles, agora eu, me sinto um pouco inseguro, porque como eu disse, eu não levo eles para o laboratório...”; (e se

fossem experimentos demonstrativos?) *“Ai eu acho que seria. Talvez seria mais fácil eu fazer demonstrativo.”*

Essa insegurança apontada por P1 já era de se esperar, pois de modo geral, em sua entrevista, ele não apontou contribuições do curso para as suas aulas ou que sua postura /atitude em sala de aula tenha mudado. Além disso, uma das expectativas dele em relação ao curso corresponde a realização de atividades experimentais porque: *“eu sou ruim no laboratório, nessa parte, eu não atuo na minha escola”*. Então, se o próprio professor assume e declara suas dificuldades, talvez essa possibilidade de realizar uma atividade demonstrativa já deva ser considerada como um pequeno avanço desse professor.

P2, considera que seu entusiasmo seja médio, pois *“...gostaria de estar aprofundando mais os conceitos de eletroquímica, porque...eu não tive nada praticamente, então não adianta você também meter a cara sem estar dominando direito...”*. Parece que esse professor tem que se sentir capaz, isto é, dominar o conteúdo que irá ensinar, assim, como ele mesmo mencionou: *“...eu estou aprendendo muita coisa nova, tudo é novidade”*. Se para ele os assuntos tratados no curso estão sendo novos, é de se esperar que ele queria entender melhor, daí talvez propor ou até mesmo realizar alguma atividade com seus alunos. Cabe ressaltar também que ele espera adquirir *“...mais segurança ao trabalhar com experimentos...segurança de aplicação”*, mas em suas aulas já começou a desenvolver algo realizado e discutido nos encontros: *“Eu comecei a partir deles (alunos)”*, ou seja, ele partiu das idéias dos alunos. Talvez ele não se sinta tão seguro frente aos conteúdos de eletroquímica, mas pode-se notar que ele está refletindo sobre a sua prática, *“...então eu não cheguei e despejei”*, sugerindo que as abordagens de ensino apresentadas e discutidas no curso estão fazendo com que o professor faça uma auto-análise do seu papel no processo de ensino.

P2 parece ter entendido e considerado plausíveis as idéias sobre o papel das atividades experimentais, e está procurando colocá-las em prática em situação concreta de ensino.

P3 manifestou que estar preparado ou não ao propor a atividade de eletroquímica para seus alunos, irá depender: *“primeiro então, tem que planejar, depois fazer o experimento, refazer, depois, eu gostaria de pegar os grupos e trabalhar em cima disso”*. Tal dependência, apontada pelo professor, não corresponde à insegurança, pois em seus depoimentos sempre procurou integrar o conhecimento teórico com o prático, *“A gente pode acrescentar no planejamento algumas coisas de eletroquímica e mostrar para o*

aluno esta parte como ocorre as transformações”, buscou se aperfeiçoar “...deu mais visão, mais informação, mais conhecimento...” para então “...planejar, depois fazer o experimento, refazer...”, podendo assim considerar que seu ‘depende’ é resultado de uma atitude reflexiva.

Apesar de P4 em seus depoimentos demonstrar indícios de possíveis reflexões sobre o papel do professor em sala de aula, “*...não dar a resposta para o aluno...a aula tem que ser uma investigação...*”, ele não respondeu se está preparado ou não para desenvolver a atividade de eletroquímica com seus alunos.

Para P5, estar preparado para propor a atividade de eletroquímica para seus alunos irá depender do experimento, pois “*...eu preciso ter certeza do que vai acontecer, tem que preparar antes...*”, talvez porque “*...eu não tenho prática de trabalhar com os alunos no laboratório...*” e porque “*...estou tentando até mudar o plano de aula...*”, pois seu modelo de aula na qual ensino é norteado pelos “*...professores que eu tive*”. Analisando seus depoimentos o ‘depende’ corresponde a uma necessidade de controle da atividade de forma global, para que não aconteçam imprevistos, e os resultados esperados sejam alcançados. Qualquer mudança de atitude exige do professor uma quebra de barreiras, que, muitas vezes, demanda tempo. Deve-se considerar, que afinal de contas, até então, o modelo de aula estabelecido pelo professor era ‘aceitável’.

Nota-se, de modo geral, que os professores não têm o hábito de refletir sobre sua prática e buscar informações novas para o desenvolvimento de uma aprendizagem mais significativa. Ao encontrar obstáculos, alguns conseguem superá-los enquanto outros, embora apresentem tentativas de superação, parecem querer pautar a mudança em suas crenças. Outros ainda, simplesmente ignoram esses obstáculos. Porém, parece que as discussões realizadas até aquele momento do curso iam ao encontro de suas necessidades formativas, pois alguns já estavam conseguindo transpor barreiras pré-estabelecidas por eles mesmos. Talvez tais resultados sejam devidos a estarem tendo auxílio e poderem estar trocando experiências.

Como apontam Garrido e Carvalho (1995), uma mudança de comportamento em sala de aula exige muita reflexão sobre o agir pedagógico.

4.3.2 – Como os Professores Vivenciaram as Situações de Conflito a que Foram Submetidos

Será apresentada uma análise de cada professor com o objetivo de verificar de que forma cada um deles estava refletindo sobre sua própria atividade docente, subsidiados pelas informações apresentadas e discutidas durante o curso, e se ocorreu ou não uma possível evolução de seu conhecimento em relação tanto aos aspectos pedagógicos quanto a conceituais e operacionais. Essa análise servirá posteriormente como parâmetro para avaliar o plano de aula proposto e aplicado pelo professor em suas salas de aula.

As diretrizes de análise foram fundadas nas respostas dadas pelos professores nas avaliações de alguns encontros específicos (1º, 2º, 3º, 4º, 6º e 7º) sendo selecionadas questões referentes a: idéias ou atividades apontadas por eles como sendo algo novo; dificuldades conceituais, operacionais, de encaminhamento da atividade e de organização das idéias; atividades ou idéias que poderiam ser desenvolvidas por eles em suas salas de aula; atividades a respeito do conceito de condutibilidade elétrica e de eletrólise que propuseram para realizar tais conceitos, devendo explicar como as realizariam.

P1

Pelas respostas dadas ao longo dos encontros, há poucos indícios de evolução conceitual em P1 no que se refere a sua prática pedagógica.

P1 considerou que a análise de um roteiro experimental era uma atividade nova para ele e a julgou importante alegando que: “*nem sempre o roteiro está correto*”. Como P1 não desenvolve em sala de aula, atividades experimentais, talvez não tenha um grande repertório a respeito do assunto, não questionando a possibilidades de erros.

Quando solicitado a apontar quais atividades realizadas no curso proporia em suas salas de aula, P1 citou apenas um experimento, “*a primeira do curso*”, justificando pela simplicidade de operação e de entendimento.

Em relação às possíveis atividades que poderia desenvolver em sala de aula, respectivamente para os conceitos de condutibilidade elétrica e eletrólise, ele não recorreu a atividades experimentais, mesmo aquelas apresentadas ou elaboradas no curso, tendo indicado que “*abordaria o conceito através de pesquisa e faria um bate papo na sala de aula*”; “*discutindo os tipos de banhos em bijuterias e galvanoplastia*”.

As idéias sobre experimentação discutidas, tanto através da realização dos experimentos quanto pela leitura de textos, não se manifestam nas respostas desse professor. Não dá às atividades propostas um caráter investigativo, escolhe o experimento pela facilidade e não pela possível exploração conceitual. Parece não reconhecer o papel das idéias prévias dos estudantes no ensino. Reconhece, entretanto, que *“não devemos (o professor) dar as respostas e sim questionar”*.

Parece que P1, diante de idéias que podem contradizer suas crenças, simplesmente as ignora, o que inviabiliza tanto a instalação de um conflito (Chinn e Brewer, 1993) quanto o exame das novas idéias.

Quanto aos conhecimentos de eletroquímica, o professor mostrou dificuldades conceituais, que foram por ele explicitadas nas avaliações dos encontros. Nesse caso, o professor considerou plausíveis as idéias apresentadas, parecendo que, algumas vezes, substituiu com facilidade seus conceitos alternativos.

P2

P2, em suas respostas, faz algumas considerações que sugerem uma reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem. Ao apontar como novas as idéias sobre os aspectos conceitual, procedimental e atitudinal dos conhecimentos, P2 parece querer transpor uma visão simplista sobre o ensino e as atividades experimentais. E percebe que: *“procedimento não se resume apenas na execução, mas também na observação...”* e que há diferentes *“...tipos de conhecimentos”*.

As justificativas que apresenta para a escolha das atividades realizadas no curso que aplicaria em suas aulas, parecem levar em consideração a atividade cognitiva do aluno, como desenvolver a observação e a interpretação dos resultados. Não deixa claro, entretanto, se as atividades teriam um caráter investigativo ou não.

P2 reconhece suas dificuldades a respeito dos conceitos de eletroquímica, afirmando que foi: *“um conteúdo estudado muito superficialmente na faculdade e nunca trabalhado em sala de aula, então o assunto fica sem prática, e tudo que não se pratica se esquece”*.

Reconhece que as barreiras conceituais dificultam o ensino, pois afirma que: *“se não temos claro alguns conhecimentos, fica difícil você discutir, organizar idéias”*. Talvez seja esta uma das razões que justifiquem o empenho do professor em adquirir conhecimento, como deixou claro em outros depoimentos.

Pode-se sugerir que as mudanças conceituais com relação a conceitos de eletroquímica que ocorreram em P2, se deram por acréscimo ou ampliação de idéias e não por uma substituição dessas (Gunstone e Mitchell, 1998).

P3

As respostas dadas por P3, trazem indícios de aceitação de algumas das idéias sobre experimentação abordadas no curso e de reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Deixa claro, por exemplo, que sente mais facilidade de abordar o conteúdo em sala de aula “*partindo do experimento para a teoria*”, o que pode estar sugerindo uma abordagem investigativa para o ensino experimental.

Também, considera novas as idéias sobre conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, refletindo uma percepção mais complexa do processo de ensino.

Das atividades que realizaria com seus alunos, destaca a experiência sobre a pilha de ‘Daniell’, considerando que a partir do experimento o aluno entenderia a geração de energia nas transformações químicas. Na atividade que propõe para introduzir os conceitos de condutibilidade elétrica, percebe-se a tentativa de construção de conceitos a partir de um conjunto de experimentos, envolvendo: “*ionização de sais, ácidos ou dissociação de bases. Reação de uma base com um ácido (formação de um sal pouco solúvel) e verificar se houve condutibilidade elétrica*”.

Suas propostas para o ensino de conceitos relativos a eletrólise não foram explicitadas, citando apenas que faria a atividade realizada no curso.

Em relação aos conteúdos de eletroquímica apresentados e discutidos no início do curso, o professor considerou ter dificuldades pois “*pouco ou quase nunca (esse assunto é) introduzido nos planos*” e também teve um pouco de dificuldades para entender o encaminhamento e organização das idéias porque “*...alguns conceitos e conteúdos foram esquecidos*”.

Pode-se especular que a exclusão desses conteúdos deve-se às dificuldades conceituais do professor, que não são enfrentadas por ele no seu fazer pedagógico.

Entretanto, apesar desse professor não ensinar os conteúdos de eletroquímica, ao relatar quais atividades realizaria em sala de aula e de que forma, pode-se observar que os experimentos propostos tinham o intuito de construir conceitos.

P4

Analisando-se as respostas dadas por P4, pode-se perceber que passa a manifestar uma visão mais complexa do papel da experimentação no ensino.

Suas idéias davam ênfase ao caráter operativo do experimento, segundo ele, “...um roteiro prático”.

Ao considerar como nova a idéia de que a elaboração de um experimento deve “conter a parte conceitual, procedimental e atitudinal”, P4 faz uma reflexão sobre suas próprias idéias, pois dava ênfase ao caráter operativo do experimento pois “...pensava que num roteiro devia constar somente⁵¹ a parte procedimental (saber fazer), com a idéia de manipular os materiais, ou seja, saber técnica.”.

Tais idéias são incorporadas, por exemplo, em uma de suas propostas de atividade, abordando o tema corrosão, pois “usaria os pregos e as soluções (meios) para verificar a ferrugem e tentar através das observações interpretar os resultados com equações de oxi-redução”.

Em sua proposta para a introdução do conceito de condutibilidade elétrica: “primeiramente faria um levantamento, juntamente com os alunos, de propriedades de compostos iônicos, compostos covalentes, inorgânicos e orgânicos. Propriedades do tipo, solubilidade em água, condução de corrente elétrica, polaridades das moléculas, poder higroscópico, solvatação, estados físicos e reações com indicadores. Após a etapa de discussão (investigar através de perguntas) poderia introduzir a atividade prática. Fazer o teste de solubilidade (explicar o fenômeno) usando o aparelho de condutibilidade elétrica, verificar qual ou quais soluções conduziram corrente elétrica e através das observações, reforçaria a discussão com o auxílio do professor. Poderia fazer um questionário, onde pudesse buscar informações e definições dos próprios alunos”, pode-se destacar que atribuiu aos alunos um papel ativo na construção do conhecimento, através da sugestão de busca de informações, e da coleta, registro e análise de dados pelos alunos. Enfatiza sua própria participação na mediação do processo. Há uma visível integração entre teoria e prática.

Tal integração pode ser percebida também quando sugere que as atividades ou idéias discutidas no curso poderiam ser realizadas com seus alunos pois afirma que trata-se de “um método de ensino que faz com que os temas mais complexos fiquem mais fáceis de serem entendidos, além de que as aulas ficaram também mais interessantes e estimulantes”.

⁵¹ Grifo do professor.

Quanto aos conceitos de eletroquímica, P4 apresentava dificuldades de reconhecer os processos de oxidação e de redução, bem como de representar por meio de equações químicas esses processos. Em seus depoimentos, menciona dificuldades em: *“tentar entender o que aconteceu nas reações químicas, ou seja, o que se transformou e no que foi transformado, em expressar os resultados do experimento em equações de oxi-redução”* e ainda *“...na interpretação dos fatos através do uso das equações de oxi-redução”*.

Pode-se inferir, entretanto, que está superando suas dificuldades, isto é, está tendo uma evolução conceitual, pois, em uma das atividades que propõe, P4 pretende *“tentar através das observações (do experimento), interpretar os resultados com equações de oxi-redução”*.

Pode-se considerar que P4 parece estar compreendendo que: *“...o trabalho laboratorial na escola deve ser usado para sustentar a exploração e manipulação de conceitos e fazer com que ele se manifeste, seja compreensível e útil”* (Hodson, 1998) e que cabe ao professor estabelecer essas inter-relações entre os conteúdos e as atividades práticas.

P5

Pelas respostas dadas nos instrumentos de avaliação aqui considerados, não se pode perceber claramente uma evolução conceitual em P5 com relação ao papel da experimentação no ensino.

Ao apontar quais atividades realizadas proporia a seus alunos, P5 destaca duas, justificando uma delas pelo fato de *“os materiais (serem) de fácil acesso”*, e outra pela natureza do conteúdo abordado, *“reação de corrosão e de oxido-redução”*.

Também, menciona ser novo para ele considerar os aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos. Parece que julgou tais idéias importantes pois argumenta que dão *“uma visão ampla da utilização do experimento nas aulas de química”* e apresenta *“...os diversos tipos de comportamento que o aluno terá diante da experimentação”*, e procurou incorporá-las a um dos procedimentos que propôs, embora tenha encontrado dificuldades *“no momento em que deveríamos montar uma tabela, pois houve a preocupação em saber se a organização permitia ao aluno um fácil entendimento”*.

Embora tenha revelado uma preocupação com a aprendizagem dos alunos através da utilização de atividades experimentais, P5 não manifesta que tenha considerado as idéias sobre a experimentação tratadas no curso, seus critérios de

escolha de uma atividade estão baseados na facilidade prática ou no conteúdo, e não na exploração conceitual.

Suas dificuldades conceituais em eletroquímica o impediram de propor atividades para introduzir o conceito de eletrólise, manifestando que “...gostaria de fazer novamente os experimentos para associar o que foi explicado hoje, pois não saberia conduzir a atividade”.

Tais dificuldades também se manifestaram quando ao propor atividades para introduzir o conceito de condutibilidade elétrica, indicou um experimento para eletrólise, mas sem perceber a confusão de idéias, já que em ambas atividades, condutibilidade elétrica e eletrólise, há o envolvimento de corrente elétrica.

Vale a pena lembrar as considerações feitas por Gonzáles (1992) de que para ensinar não basta apenas conhecer a experiência e os materiais, é essencial obter os conhecimentos teórico-práticos sobre o ensino–aprendizagem das matérias científicas, de maneira a que os professores possam orientar e reorientar seus alunos.

4.3.3 – Análise das Atividades Planejadas e Aplicadas pelos Professores em Sala de Aula

Serão apresentadas a seguir as análises dos planos de aulas e dos depoimentos dados pelos professores após a aplicação da atividade experimental proposta por eles em suas salas de aula.

A aplicação das aulas foi acompanhada pelo pesquisador, sendo as aulas videogravadas e os depoimentos gravados em fita cassete, com o objetivo de não perder nenhum tipo de informação em relação à ação do professor em sala de aula ou à troca de experiências, angústias ou expectativas ao realizar a última etapa do curso.

P1

O assunto escolhido pelo professor para desenvolver com seus alunos em sala de aula foi a condutibilidade elétrica em soluções aquosas, justificando que já havia ensinado os conteúdos referentes às funções inorgânicas e às ligações químicas.

Intencionalmente ou não, parece que os conteúdos já desenvolvidos pelo professor em sala de aula e os exigidos no experimento apresentavam uma certa integração.

A atividade foi desenvolvida em duas aulas, uma para a realização da atividade e outra para os alunos analisarem os resultados.

O problema apresentado, pelo professor, a ser respondido pelos alunos foi: ‘*A que se atribui a maior ou menor intensidade do acender das lâmpadas?*’.

O experimento foi realizado pelo próprio professor, através de uma demonstração, os dados foram coletados e organizados pelos alunos.

Pode-se considerar que a atividade experimental realizada, não apresenta um caráter investigativo, pois nenhum conceito novo foi introduzido ou construído a partir do experimento realizado. O aluno apenas observou o fenômeno e aplicou os conhecimentos dados pelo professor, ao tentar analisar os resultados.

Na aula seguinte à realização da atividade no laboratório, o professor aplicou algumas questões, como apontou em seu depoimento: (E as perguntas que você deu pra eles depois do experimento?) “...*eles conseguiram né, sem dúvida. Eu fiquei bem bravo: ‘o problema é de vocês, vocês é que tem que lembrar daquilo que vocês fizeram, e o que vocês ouviram, eu não vou falar nada’, eu só falava para eles lembrarem das leis da física, a definição de eletrólise,... ‘vê se lendo a definição de eletrólise melhora pra vocês’, mas eu não falei nada*”.⁵²

Dessa forma, observa-se que o professor não fez nenhuma discussão a respeito dos resultados e nem chegou a estabelecer alguma conclusão juntamente com os alunos. As questões tinham o intuito de avaliar, e não de auxiliar os alunos a analisar os resultados para que pudessem chegar a uma conclusão, verificar possíveis erros conceituais apresentados pelos alunos sobre o assunto estudado e sintetizar os conceitos abordados.

Hodson (1988) aponta que o professor deveria ter a idéia de que o processo de ensino-aprendizagem é constituído pela exploração das idéias, os experimentos somente tornarão evidentes os conceitos a serem ou que foram explorados.

Em outras palavras, não basta simplesmente fazer a atividade experimental, é necessário que o professor especule as hipóteses dos alunos, o que contribuirá para a construção do conhecimento.

Também, a não realização de períodos de discussão pré e pós-laboratório, pode ter reduzido a eficiência educativa da atividade, pela pouca aproximação do fazer com o pensar (GEPEQ, 1998).

⁵² Grifo do pesquisador.

Tanto a Proposta Curricular de Química (São Paulo, 1988) quanto os PCNEM (Brasil, 1999) apontam que as atividades experimentais em sala de aula, mesmo que sejam demonstrativas, requerem períodos de discussão antes e após a realização das mesmas, com o intuito de construir conceitos, de modo a vincular a teoria e a prática.

Desse modo, pode-se perceber que o professor não tem a concepção da importância da exploração de idéias no processo de ensino.

O encaminhamento dado pelo professor à sua aula mostrou que não procurou desenvolver etapas que pudessem auxiliá-lo e também a sua própria insegurança, pois, essa era a primeira vez que ele estava indo ao laboratório com seus alunos e como afirmou: “...quando você está tenso, você não vê nada”.

Além disso, em relação à realização da atividade propriamente dita, o professor declarou que ficou: “...com medo de tudo, medo do comportamento dos alunos, como eles iam fazer. Se eles iam fazer aquelas piadinhas de mau gosto. E eu acho que é uma coisa gostosa de se fazer, mas de início você tem aquele frio.”.

Pode-se especular, que a bagagem conceitual desse professor parece ser reduzida. Segundo Freitas⁵³ (apud. Cunha 1999), “a bagagem conceitual do sujeito, inclui várias formas de conhecimento, sua visão de mundo, que inclui valores culturais e éticos, sua auto-imagem, que inclui conceitos e julgamentos de si mesmo e suas representações inconscientes de suas experiências de vida, determinam sua entrada no processo”.

Embora o professor tenha proposto e aplicado a atividade experimental junto a seus alunos, ele demonstrava um certo desconforto, talvez porque sua fraca auto-imagem poderia se tornar mais visível aos alunos.

A insegurança do professor está ligada diretamente ao desenvolvimento da atividade e à reação dos alunos, isto é, as “possíveis brincadeiras de mau gosto” que eles poderiam fazer. Cabe ressaltar novamente a questão da auto-imagem do professor.

Outro aspecto interessante em relação à insegurança, diz respeito à possibilidade de o aluno perguntar algo ao professor e a maneira como ele iria conduzir a aula, tanto que a filmagem não foi considerada por ele um obstáculo, como apontou: “...eu nem estava dando bola para a câmera, mas você fica tenso, porque foi criada toda aquela situação. Você vai carregando, vai carregando até chegar uma hora, a hora que você se policia

⁵³ FREITAS, D. “Mudança conceitual em sala de aula: uma experiência com formação inicial de professores”. Tese de Doutorado. São Paulo. Faculdade de Educação – USP, 1998.

no momento que está realizando, e a tensão, é tudo né. A câmera então ficou como um dos problemas menorzinhos, o problema maior era como eu ia fazer, era a atitude dos alunos.”.

A expectativa de P1 em relação à participação dos alunos pode ser considerada baixa, pois afirmou que: (eu) *“achava que eles (alunos) na aula, eles não se interessam. Eles ficavam (no laboratório) bem atentos, eles se interessaram razoavelmente, acho que bem até”.* Além disso, ele percebe que os alunos são capazes de compreender o que estava sendo proposto, pois relatou que: *“...eles têm uns lances muito interessantes que a gente acha que eles não têm capacidade...”.*

Parece que o professor não leva em consideração, como já mencionado que as experiências vividas pelos alunos fora da escola, podem ser trabalhadas utilizadas para explicar os fatos e fenômenos a qual forem expostos.

O professor, indicou que considerou boa a aula, sem deixar no entanto, de perceber suas limitações. Assim, ao dar sua opinião sobre a aula declarou que: *“Gostei, adorei, porque assim foi bom. Eles adoram o ensaio”* e que *“Eu acho que faria sim (outras aulas experimentais), acho que é interessante, mas..”.* (Mas?) *“Acho que deixar eles fazerem é melhor, mas eu só não tenho domínio”.*

Apesar de o professor ter considerado a atividade como algo promissor, tanto que considerou a possibilidade de realizar outras atividades, ele próprio assume que não tem domínio. Parece, que *“a falta de conhecimentos científicos constitui a principal dificuldade para que os professores afetados se envolvam em atividades inovadoras”* (Carvalho e Gil-Perez, 1993).

E como aponta Garcia (1999) *“Quando o professor não possui conhecimentos adequados sobre a estrutura da disciplina que está a ensinar, o seu ensino pode apresentar erradamente o conteúdo aos alunos. O conhecimento que os professores possuem do conteúdo a ensinar também influencia o que e como ensinam. Por outro lado, a falta de conhecimentos do professor pode afetar o nível de discurso nas classes, assim, como o tipo de perguntas que os professores formulam...”.*

Nesse caso, pode-se sugerir que as dificuldades conceituais do professor estabeleceram uma barreira na ampliação de sua ação frente à exploração conceitual da atividade experimental.

De modo geral, as atividades apresentadas, executadas, analisadas e discutidas no decorrer do curso podem ser consideradas insuficientes para que esse professor pudesse realmente desenvolver uma atividade na qual gerasse uma aprendizagem significativa em seus alunos.

Mas, pode-se perceber que esse foi o seu 'limite'. Talvez para que fosse proposta e conduzida uma atividade potencialmente mais significativa para os alunos, fosse necessário um acompanhamento mais próximo desse professor, ou seja, outros momentos para que pudesse discutir, realizar, propor e aplicar atividades experimentais, podendo assim, refletir mais sobre sua prática docente.

Freitas⁵⁴ (apud. Cunha 1999) ainda aponta que os professores talvez poderão se envolver à medida que identificarem “*suas concepções, expectativas e crenças epistemológicas com os elementos da nova situação*”.

Assim, o professor somente poderá mudar, se ele conseguir se identificar com as propostas apresentadas, caso contrário, manterá suas crenças e concepções.

Analisando as respostas dadas pelo professor no início do curso e ao final sobre o papel das atividades experimentais, “*Para despertar a curiosidade no aluno e demonstrar a prática*” e ao final: “*Melhorar a integração entre os alunos e alunos-professor e a concretização da teoria*”, pode-se inferir que ainda mantém uma idéia reducionista da experimentação, de que a teoria possa ser comprovada na prática, mas demonstra também uma evolução no que diz respeito às interações afetivas em sala de aula.

Se o professor procurasse estabelecer essas inter-relações citadas por ele, talvez ocorresse uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem, e uma conseqüente mudança em sua própria auto-imagem. Parece que ele tem vontade de fazer e de aprender, como apontou em seus depoimentos, sendo necessárias mais oportunidades de estudo e de reflexão para que sejam desenvolvidas suas habilidades cognitivas.

P2

Os assuntos escolhidos pelo professor a serem desenvolvidos em sala de aula foram a corrosão e o processo de galvanização. O problema lançado aos alunos foi: ‘*O que é corrosão e como pode ser evitado?*’.

As atividades experimentais propostas tiveram caráter investigativo, os conteúdos trabalhados nessas aulas não tinham sido discutidos anteriormente com os alunos. As respostas do problema foram alcançadas com o auxílio do professor, como ele próprio relatou: (Mas eles conseguiram propor a explicação ou não?) “*Ah, sim, alguns, não todos os grupos...eles conseguiram chegar a esse resultado, mas antes eu tive que*

⁵⁴ Idem nota 47.

*estar passando de grupo em grupo e estar discutindo com eles, estar questionando para eles estarem chegando a essa conclusão”.*⁵⁵

O encaminhamento dado pelo professor às atividades envolveu quatro etapas:

- 1- levantamento das idéias prévias dos alunos sobre corrosão, através de perguntas, inicialmente em grupo e depois coletivamente (Anexo 12);
- 2- realização de dois experimentos sobre corrosão, executados pelos alunos e de um outro demonstrativo, sobre processo de cobreação;
- 3- aplicação de questões dirigidas para que os alunos pudessem analisar, em pequenos grupos, os resultados dos experimentos;
- 4- discussão geral com os alunos.

O professor percebeu na 1ª etapa, algumas concepções alternativas apresentadas pelos alunos sobre os materiais que sofrem corrosão. Ele relata em seu depoimento: “...eles colocaram que sofria corrosão era o plástico...E o adesivo (usado no experimento)...era de plástico, então quando eles foram limpar a plaquinha no outro dia, eles: ‘Ah, professora não corroeu aqui, então quer dizer que o adesivo protegeu, o adesivo é de plástico, então quer dizer que o adesivo não sofreu corrosão’. Eu achei interessante que eles mesmos chegaram a essa conclusão...”.⁵⁶

Nesse sentido, parece que intencionalmente ou não, o professor acabou criando uma situação de conflito para os alunos. Inicialmente eles apresentaram idéias errôneas sobre os materiais que poderiam sofrer corrosão e após a realização do experimento tais concepções foram rejeitadas pelos alunos, pois acabaram encontrando informações plausíveis para mudar suas concepções.

Tais indícios mostram que o professor elaborou sua aula segundo as diretrizes da Proposta Curricular para o Ensino de Química para o 2º grau (São Paulo, 1988), a qual propõe que o professor estabeleça uma aproximação entre o conhecimento dos alunos e as explicações científicas.

Já para a realização dos experimentos, o professor apontou que: “...no primeiro momento eu fiquei inseguro como todo mundo aqui comentou. A gente não está acostumada com esse tipo de atividade, mas valeu a pena, acho não, tenho certeza que eles gostaram muito...”.⁵⁷

Deve ser ressaltado que era a primeira vez em que os alunos realizariam um experimento no laboratório. Talvez por isso, P2 tenha apontado certa insegurança

⁵⁵ Grifo do pesquisador.

⁵⁶ Grifo do pesquisador.

⁵⁷ Grifo do pesquisador.

quando foi perguntado a ele qual a repercussão da aula: “...valeu a pena, apesar do nervosismo, da preocupação”.

Os professores, de modo geral, alegam que a falta de habilidades no laboratório, ou seja, o conhecimento de técnicas parece gerar obstáculos para o processo de ensino experimental. Porém, para esse professor, parece que tais conhecimentos ou habilidades não foram levados em consideração, a preocupação a que se refere talvez corresponda ao seu próprio desempenho e não ao dos alunos. Afinal de contas, era a primeira vez que ele desenvolvia uma atividade do gênero, por isso talvez, o nervosismo.

Após a realização do experimento, o professor fez algumas perguntas que serviram de instrumento para que os alunos pudessem organizar suas idéias a respeito do assunto em discussão e que posteriormente, foram solicitadas pelo professor com o objetivo de construir, juntamente com os alunos, os conceitos de oxidação e redução. Mas para isso, o professor fez um paralelo entre os resultados obtidos nos experimentos e as idéias prévias dos alunos.

Segundo Hewson e Hewson (1988), para que o processo de mudança conceitual seja facilitado, o professor deve ser capaz de: diagnosticar as idéias dos estudantes, de possibilitar aos estudantes o esclarecimento de seus próprios pensamentos, de assegurar que os estudantes se sintam insatisfeitos com suas idéias e de proporcionar oportunidades para que utilizem visões adequadas para a explicação dos fenômenos. Dessa forma, P2 pode ter incentivado um processo de mudança conceitual nos alunos.

No processo de executar os experimentos, coletar os dados e chegar a uma conclusão para problema proposto, houve orientação do professor no decorrer de toda a atividade, como relatou: “...eu tive que estar passando de grupo em grupo...”.

Domin (1999), ao comparar os estilos de práticas de laboratório apresentados na literatura, considera que dentre os estilos de verificação ou tradicional, de investigação, baseado em problemas e na descoberta, o investigativo consome tempo e requer grande demanda do professor e do estudante se comparado ao estilo tradicional, no qual o aluno faz o que o instrutor (professor) mandar de forma passiva.

Dessa forma, parece que o professor percebeu o seu papel dentro do processo de ensino e aprendizagem, ou seja, o de incentivar os alunos a se envolverem e posteriormente resolverem o problema proposto, como afirmou: “Eu achei interessante que eles (os alunos) mesmos chegaram a essa conclusão...”. O interesse dos alunos frente

às atividades realizadas pode ser percebido pelo depoimento de um dos grupos: “*Ah, professora está perto do intervalo, mas a gente fica aqui (no laboratório)*”.

Embora os alunos tenham se envolvido na realização das atividades experimentais, não se tem clareza se esse envolvimento diz respeito à atração pela atividade em si, ou pelo problema a ser investigado.

Hodson (1994) aponta que o interesse do aluno ao realizar uma atividade experimental é diferente do professor. Os alunos parecem se interessar pelo método de aprendizagem em que são mais ativos e não pela investigação proposta.

Entretanto, o professor relatou que um dos alunos fez um comentário sobre essas aulas ministradas, que “*...era uma aula bem diferente, bem construtivista, partindo deles*”. Assim, para esse aluno especificamente, a motivação não corresponde simplesmente ao fazer, mas sim por ter sido iniciada a aula a partir das idéias dos alunos próprios alunos.

Pode-se especular, que esse professor fez uso das idéias apresentadas no curso, que considerou plausíveis, tanto no aspecto pedagógico quanto no experimental, de forma clara e ampla, ainda mais se tratando de uma aula inaugural no laboratório para os alunos.

A evolução conceitual manifestada por P2 sobre o papel do ensino experimental, pode ser percebida também pelos seus depoimentos no início e no final do curso. Inicialmente P2 considerava que as atividades de laboratório: “*Servem de estímulos para os alunos, pois eles terão a possibilidade de transformar a teoria em práticas...*”. Ao final do curso, passou a manifestar a idéia de que: “*Servem para investigar os conhecimentos dos alunos e também para relacionar teoria com a prática*”.

Comprando essas duas respostas pode-se ressaltar mudanças no que se refere a considerar inicialmente a atividade experimental como um “*...estímulo para os alunos...*” e no final, como um recurso para “*...investigar o conhecimento dos alunos...*”, e também em relação à “*...transformar a teoria em práticas...*” para “*...relacionar a teoria com a prática*”.⁵⁸

Tais indícios mostram uma mudança da visão do professor que somente foi evidenciada em seu plano de aula. Nas respostas dadas nas avaliações realizadas a cada encontro (item 4.2.3), P2 não explicitou muito claramente suas concepções.

⁵⁸ Grifo do pesquisador.

Embora análises de atividades experimentais, como as realizadas no curso sejam indispensáveis para que os professores reconheçam aquelas que podem facilitar o desenvolvimento do conteúdo, elas não são suficientes para que possam desenvolver práticas condizentes com a aprendizagem significativa (Garcia Barros et al, 1995).

Segundo Posner et al (1982) *“para que ocorra a mudança, é necessária a real compreensão do conceito, ou seja, não somente compreender a linguagem em que ele se expressa, mas também construir uma representação coerente desse conceito”*.

Talvez o professor somente conseguiu compreender o papel da experimentação no processo de ensino, quando, ao planejar a atividade experimental que desenvolveria em sua sala de aula, elaborou sua própria representação das idéias discutidas no curso.

P3

O assunto desenvolvido na aula desse professor envolveu conceitos de eletrólise, especificamente o processo galvânico denominado cobreação. Esse tema foi escolhido por estar abordando em aula a corrosão do ferro e a proteção contra o enferrujamento (GEPEQ, 1994). O professor aponta que: *“Eu tinha feito com eles (alunos) o que causa a ferrugem, por isso, eu peguei essa parte, porque é o contrário daquela”*.

O professor em seu plano de aula (Anexo 12), considerou como um dos objetivos: *‘proporcionar aos alunos a realização de um experimento e através da observação se torne possível a compreensão de como pode ser feito o recobrimento...’*, e com a metodologia empregada, os alunos seriam *‘capazes com o auxílio do professor conceituar galvanização, possibilitando-os ao entendimento e conclusões do experimento’*.

Na atividade proposta, P3 não lança um problema a ser investigado, porém conduz o experimento através de perguntas, fazendo o aluno pensar sobre o que está acontecendo. Dessa forma, pode ser considerada uma atividade de caráter investigativo devido à maneira pela qual o professor encaminha a aula.

O professor realizou a atividade experimental sem nenhum preparo prévio dos alunos, declarando que: *“...lá, (no laboratório) foi uma surpresa, eu não falei nada que ia ser filmado, o conteúdo, então nada”*. A impressão inicial foi a de que o professor estaria interessado apenas na parte prática, pois: *“Eu dei o procedimento e falei que eles tinham que fazer uma prática...”*, mas ao relatar que: *“...eu (professor) tentei introduzir algumas*

coisas que davam”; “*algumas perguntas foram feitas em cima daquilo (da atividade experimental) de onde eles tirariam a conclusão*”. Entretanto, a falta de um planejamento detalhado com relação à formulação de questões para os alunos, possa ter interferido no processo de ensino, tanto que acabou assumindo que: “*Eles (alunos) estavam bastante perdidos, eles não tinham o conceito, os conteúdos estava nessa parte, eles não tinham entendido*”.

Embora o planejamento não explicita como o professor auxiliará os alunos, ou seja, quais as perguntas, os esquemas, as tabelas, os contra-exemplos, as equações etc, que iria utilizar em sala de aula, a sua intenção era de criar uma oportunidade para que os alunos pudessem observar e compreender o fenômeno do recobrimento (cobreação) para que posteriormente chegassem a uma conclusão.

Dessa forma, parece que o professor compreendeu que o seu papel é extremamente importante na construção do conhecimento dos alunos, como agente de mediação. A atividade de laboratório não dispensou uma discussão conceitual, o que pode ter oferecido oportunidades de criação ou recriação do conhecimento por parte do aluno (Hodson, 1988).

O professor procurou fazer uma síntese, na qual aproveitou as dúvidas e as perguntas feitas pelos alunos: ‘*Professor o que é isso?*’, para introduzir os conceitos corretos. Dá a impressão que foi estabelecida uma integração entre professor e alunos.

Além disso, o fechamento da aula se deu através da apresentação de um vídeo, com o objetivo de levar ao conhecimento dos alunos uma aplicação concreta e uma extensão para outros processos galvânicos. Segundo o professor, os alunos também se envolveram nessa etapa; como relatou: “*Depois foi passado um filme pra falar da proteção e depois despertou mais interesse, eles ficavam pegando e olhando para as chaves, outros mostravam*”.⁵⁹

O vídeo pareceu adequado, tanto em termos da abordagem dos conceitos quanto da linguagem empregada, pois os alunos conseguiram correlacionar os processos apresentados como os realizados no laboratório. Assim, novamente cabe ressaltar a importância do período pós-laboratório.

Uma evolução conceitual parece ter se manifestado mais na atividade em que desenvolveu do que em seus depoimentos. Vale a pena comparar suas idéias sobre a experimentação no início do curso: “*Conciliar o conteúdo teórico com o prático. As*

⁵⁹ Grifo do pesquisador.

atividades realizadas em laboratório motivam mais os alunos a compreensão de situações que ocorrem no nosso cotidiano”, e ao seu final: “Para que os alunos estabeleçam uma relação entre a teoria e a prática e a fixação da aprendizagem se torne mais fácil”⁶⁰. Pode-se perceber que inicialmente o professor atribui à atividade experimental um aspecto motivador para o aluno a fim de compreender o cotidiano, porém, dificilmente o aluno, por si só, conseguirá perceber os elos de ligações entre o conhecimento formal e o que está ao seu redor. Ainda P3 atribui à experimentação um papel conciliador entre a teoria e a prática, não sendo esclarecido, entretanto se caberia ao professor ou aos alunos o estabelecimento dessas relações. Já ao final, P3 deixa claro que cabe ao aluno relacionar a teoria e a prática com o intuito de facilitar a aprendizagem. A responsabilidade do professor nesse processo não foi mencionada.

Na aplicação de seu plano, no entanto, P3 estabelece um compromisso com a aprendizagem de seus alunos, através da realização do experimento e da mediação do processo de elaboração de conceitos pelos alunos.

Dessa forma, parece que o professor ainda não definiu para si próprio o papel das atividades experimentais em seu ensino.

Pode ser que P3 tenha estabelecido uma relação de confiança com o professor do curso, de modo que acredita que o conhecimento dessa última o ajudará a compreender o saber que está sendo colocado em pauta. Assim, P3 pode, em alguns momentos, estar reproduzindo o discurso do professor do curso (Villani e Cabral, 1997). No entanto, com o desenrolar das atividades e especialmente com a elaboração do plano de aula, P3 parece estar caminhando em direção da construção de sua própria autonomia intelectual. Talvez fossem necessárias mais oportunidades para P3 vivenciar ciclos de elaboração – aplicação – discussão de atividades de ensino orientadas para a aprendizagem significativas dos alunos.

P4

P4 planejou duas atividades de ensino sobre eletroquímica, uma abordando conceitos considerados pré-requisitos, como soluções, íons, corrente elétrica e condutibilidade elétrica e outra sobre pilhas.

As atividades experimentais propostas e aplicadas foram condutibilidade elétrica em soluções e pilha de ‘Daniell’, ambas apresentando um caráter tanto investigativo

⁶⁰ Grifo do pesquisador.

como aplicativo. O professor lançou problemas para motivar a participação dos alunos e para conhecer suas concepções prévias. Na 1ª. atividade o problema consistiu em: *'Por que determinadas soluções não conduzem corrente elétrica necessária para acenderem as lâmpadas?'*. Na 2ª. etapa a atividade foram propostas as seguintes questões: *'Por que o cartão musical emite som? O destino final das pilhas é o lixo doméstico? Quais as conseqüências deste descarte irregular?'*.

Os experimentos foram demonstrativos com o auxílio de um aluno em cada um deles, porque para o professor: *"...(o professor) fazer sozinho eles não iriam enxergar, tem que ter um aluno para poder motivar o restante a participarem para prestar atenção, perguntar e ajudar a observar ali"*.⁶¹

Nesse caso, parece que o professor prevê uma participação maior dos alunos de forma indireta, pois serão motivados por alguém próximo a eles. Também, considerou que dessa forma o aluno o auxiliará na observação, podendo fazer perguntas e estimulando assim os demais colegas, e não como uma atividade apenas do professor, onde ele faz, observa, pergunta e conclui.

Esses argumentos poderiam ter sido usados, com mais pertinência, para justificar a realização dos experimentos pelos próprios alunos.

O encaminhamento das atividades foi dado através de uma discussão pré-laboratório, estabelecida pelas respostas que os alunos apresentaram aos problemas e às questões lançadas pelo professor, que assim, podia conhecer as concepções prévias dos estudantes em relação aos conceitos a serem abordados. Em seguida, para o experimento sobre condutibilidade elétrica, o professor realizou a demonstração, entregando aos alunos um roteiro para que pudessem acompanhar o procedimento executado, juntamente com algumas questões para interpretação dos resultados. Já para a pilha de 'Daniell', foram distribuídos alguns textos sobre o assunto a ser estudado, que foram lidos antes da realização da atividade experimental. A demonstração foi realizada pelo professor, os alunos dispoendo de um roteiro com o procedimento e com questões para análise dos resultados.

Em relação à participação dos alunos, na visão do professor *"eles perguntaram bastante. Logo depois que fizemos, eu entreguei as questões...e eles começaram a perguntar...ai eles começaram a chamar e eu comecei a tirar as dúvidas pessoais ou com os grupos"*. Dessa forma, pode-se perceber que houve um envolvimento do professor ao dar

⁶¹ Grifo do pesquisador.

encaminhamento à aula, fazendo com que os alunos participassem ativamente ao tentarem responder as questões.

Deve-se considerar, entretanto, que nem todos alunos fazem perguntas, podendo, assim, persistirem suas dúvidas a respeito dos assuntos estudados nessas aulas. Para que não sejam contemplados apenas os alunos que se expõem, o professor poderia ter realizado uma síntese dos conceitos envolvidos, de forma a ampliar as possibilidades de poderem ter uma idéia global do que estava sendo apresentado e observado nos experimentos.

Analisando as questões apresentadas aos alunos para que interpretassem os resultados (Anexo 12), pode-se observar que, de modo geral, procuravam fazer com que os alunos elaborassem um modelo explicativo para os fenômenos ao tentar respondê-las. No primeiro experimento procuraram, também, estabelecer uma relação entre as concepções prévias dos alunos e os resultados obtidos, além de auxiliarem na análise dos mesmos, pois apresentavam aspectos de comparação, de classificação, de aplicação e de síntese. Já para o segundo, as questões estabeleceram uma relação entre os conteúdos já abordados em sala de aula através dos textos: “...*mas antes eu trabalhei com o conceito de pilhas, o estudo de pilhas, o descarte, um estudo ambiental...*”⁶² e os resultados obtidos no experimento. Pode ser destacada uma questão que procurou comparar os modelos mentais criados pelos alunos ao explicarem a condução da corrente elétrica em soluções aquosas e a geração de corrente elétrica a partir de uma transformação química, tendo como objetivo verificar se os alunos conseguiram compreender a diferença entre conduzir ou gerar corrente elétrica, bem como as espécies químicas responsáveis por esses fenômenos.

Hodson (1988) faz uma crítica às atividades que exigem muito dos alunos, ou seja, quer que ele compreenda o problema, o procedimento, a teoria, que siga o procedimento, colete os dados e os analise e estabeleça uma conclusão, pois às vezes ele poderá se empenhar apenas em algumas dessas exigências, ignorando as outras. Assim, essas exigências poderão constituir uma barreira que dificultará a aprendizagem.

Em relação às exigências apresentadas nas atividades desenvolvidas pelo professor, parece que os alunos, de modo geral, conseguiram cumprir todas as tarefas com o mesmo nível de compreensão. Assim, as exigências criticadas por Hodson

⁶² Grifo do pesquisador.

(1988) não estabeleceram barreiras para a aprendizagem desses alunos, pelo contrário, parecem ter contribuído para que isso acontecesse.

O professor, através das discussões realizadas durante o curso, passou a perceber o potencial educativo do ensino experimental, como sugere Hodson (1994), pois desenvolveu um planejamento que facilitou o desenvolvimento conceitual dos alunos para que pudessem construir um modelo explicativo para os fenômenos, exigindo muito mais reflexão do que somente a manipulação, fazendo com que eles compreendessem conteúdos conceituais e procedimentais.

Pode-se especular que as dificuldades conceituais sobre eletroquímica apresentadas pelo professor durante o curso, tenham sido minimizadas ou superadas, pois acabou propondo uma atividade experimental (pilha de 'Daniell') que envolve especificamente os conceitos de oxidação e de redução considerados por ele difíceis. Entretanto, parece ainda existir uma insegurança de sua parte em relação aos seus conhecimentos sobre o assunto, pois: *"...quando o aluno te chama e faz uma pergunta, dá um medo de não saber responder"*.

Pode-se notar que o professor considerou a primeira atividade como pré-requisito para a segunda, talvez por ter sido discutido no curso que a não compreensão da presença de íons em solução pode causar problemas ao se trabalhar os conteúdos de eletroquímica. O professor procurou também fazer com que os alunos estabelecessem uma comparação entre os dois experimentos que envolviam corrente elétrica, com o objetivo de verificar se eles tinham ou não compreendido os conceitos envolvidos em cada experimento.

Outro aspecto interessante apontado pelo professor como objetivo da atividade foi o de tentar estabelecer uma relação mais efetiva entre professor e alunos, que parece ter sido atingido, pois segundo o professor: *"...até aquele (aluno) que me olhava assim, meio torto, distante, encontra com você no corredor e: 'Aí professora', pergunta de você e aquela (professora) que andava falando coisas distantes da realidade deles mudou"*.

A não contextualização dos conhecimentos, pode ser, como mencionou o professor, uma das barreiras para o estabelecimento de uma relação direta entre ele, os alunos e o conhecimento.

Cabe ressaltar a importância de um ensino contextualizado para que a aprendizagem possa se tornar significativa para os alunos e não mera memorização de conceitos, sem que consigam estabelecer uma relação entre os conceitos ensinados com o seu cotidiano ou com seus próprios conhecimentos.

As atividades propostas no curso ampliaram as concepções do professor em relação ao ensino experimental. Inicialmente, P4 declarou que: *“As atividades de laboratório auxiliam as aulas de química, com o objetivo de atrair os alunos, transformando as aulas mais interessantes, levando-os a crer que o ensino de química não é ‘puramente’ repleto de fórmulas e definições, mas que há importância de praticar para que possam construir o conhecimento a partir de observações experimentais e de suas hipóteses”⁶³. Ao final do curso, P4 manifestou que as atividades experimentais servem para: *“despertar a atenção dos alunos, melhorar a relação entre professor aluno, entre alunos, facilitar o ensino-aprendizagem e para enriquecer as aulas”⁶⁴.**

Ao comparar essas respostas, pode-se perceber que o professor já apresentava concepções sobre a construção do conhecimento a partir do ensino experimental, embora não tivesse realizado nenhum experimento com esse objetivo junto a seus alunos.

Segundo Minguens (1991), faz parte das crenças que os professores têm que as atividades experimentais são necessárias e importantes para que se possa ter um bom ensino. Porém, poderão tornar-se desnecessárias e menos significativas se não forem bem planejadas e empregadas, quer dizer, devem apresentar uma clareza em relação aos objetivos a serem atingidos, como serão atingidos e qual a razão para a realização das mesmas, de forma a ter significado tanto para o professor quanto para o aluno.

Ao elaborar e aplicar atividades experimentais que procuraram estabelecer um vínculo entre os conhecimentos dos alunos e os conceitos a serem estudados em sala de aula P4 parece ter apreendido diferentes significados que essa experiência pedagógica invocou, ao envolver tantos aspectos no domínio intelectual quanto no afetivo.

P5

O assunto abordado pelo professor foi a constituição química de pilhas, tendo sido proposta uma atividade de desmontagem e montagem de uma pilha ‘seca’, e uma aula pós-laboratório de apresentação e discussão dos conceitos.

O professor não apresentou um problema para ser investigado pelos alunos e também não procurou identificar suas idéias prévias e conhecimentos sobre o assunto que ia ser trabalhado.

⁶³ Grifo do pesquisador.

⁶⁴ Grifo do pesquisador.

Ao não considerar as idéias que os estudantes já têm, o professor parece não reconhecer que tais idéias podem se constituir em barreiras para a aprendizagem significativa e pode estar reforçando uma aprendizagem apenas mecânica dos conhecimentos.

Deve ser lembrado que durante o curso, os professores tiveram essa experiência de manifestar suas concepções e ampliá-las ou modificá-las, quando confrontadas, de alguma forma, com os conceitos científicos que estavam sendo estudados.

As atividades experimentais foram utilizadas para que os alunos conhecessem fatos, cujas explicações seriam dadas pelo professor em outra aula. A desmontagem de uma pilha 'seca' foi feita pelo professor, enquanto que a montagem dessa mesma pilha e um teste para verificar se funcionamento foi feito pelos alunos, em grupos. Foi fornecido um roteiro experimental apenas da parte da montagem.

Um aspecto interessante, a ser destacado em relação a esse professor, diz respeito à sua preocupação quanto à preparação e organização do laboratório para a execução da atividade experimental, e o encaminhamento da aula, como declarou: *"...eu já deixei tudo preparado para cada grupo. Separei assim, deixei as mesas em forma de L, para eu ficar visualizada e poder atender a todos, e eu fiz a desmontagem lá no meio, todos olharam, depois eu falei: 'Agora vocês vão montar e cada grupo vai montar'."*

Até parece que é fácil 'ensinar', bastando 'conhecer' um pouco do conteúdo a ser trabalhado em sala de aula, ter 'um bom livro didático' ou realizar uma 'prática'. Talvez, essa estratégia possa ser seguida pelo professor se tiver uma concepção de ensino com uma transmissão de conteúdos. Mas, 'ensinar' é muito mais do que simples transmissão de conhecimentos, requer criar oportunidades para que os alunos possam construir ou reconstruir suas idéias ou conceitos.

O trabalho do professor multiplica-se quando ele deixa de ser um simples transmissor para ser orientador dos conhecimentos dos alunos, pois caberá a ele facilitar a comunicação de forma adequada entre os grupos, valorizando as contribuições dadas pelos alunos e pelos grupos, indo muito além do que ministrar uma simples aula (Carvalho e Gil-Pérez, 1993).

O professor encaminha a aula no laboratório dando algumas recomendações no decorrer da atividade, porém essas parecem ditar o que o aluno deve fazer, apesar de os alunos terem o procedimento. Em nenhum momento, foram feitas questões para

instigar os alunos, para que se interessassem a saber quais os componentes químicos da pilha, ou como seria o seu funcionamento.

Cabe ressaltar que as atividades experimentais, de modo geral, propostas no curso não foram apresentadas apenas para conhecer os fatos e sim, procuravam investigar os conhecimentos dos professores sobre o assunto, estabelecer conflitos, construir ou reconstruir conhecimentos. Porém, P5 não levou em consideração tais propostas ao elaborar o seu plano de aula.

Parece que o professor ainda não conseguiu perceber o papel do ensino experimental no processo de ensino-aprendizagem, como já apresentado no item 4.3.2, tanto que, ao analisar a realização da atividade em suas aulas, ele aponta apenas aspectos positivos. Talvez, o aspecto mais relevante para P5 foi ter conseguido dar uma aula em que os alunos realizaram uma prática. Os aspectos cognitivos, entretanto, não foram devidamente analisados por ele.

Na aula pós-laboratório, o professor apresentou algumas questões que procuravam relacionar o que os alunos realizaram e observaram no laboratório com conceitos de eletroquímica. O professor tentou estabelecer um diálogo com a classe, procurando obter respostas às questões. Entretanto, teve pouco sucesso, talvez por inabilidade de conduzir aulas dessa natureza, não dando tempo suficiente para o aluno responder, e não formulando questões de apoio que pudessem incentivar os alunos a participar. O professor, no entanto, já tinha as respostas prontas (escritas em transparências) para cada uma de suas perguntas, e as apresentava como verdades, não considerando a possibilidade de os alunos chegarem a tais respostas. Pode-se, dessa forma, considerar que suas questões eram retóricas, com a finalidade de introduzir os conceitos certos e não de explorar as idéias dos alunos.

Como P5, ao longo do curso, não evidenciou, em seus depoimentos e nas discussões, rejeição ou discordância em relação às idéias apresentadas sobre o papel e utilização da experimentação no ensino, pode-se sugerir que suas crenças no processo de ensino por transmissão e recepção de informações não sejam fortemente firmadas e que possa ter colocado em latência, para considerações futuras, algumas das idéias apresentadas (Chinn e Brewer, 1993).

O professor faz uma auto-análise em relação ao domínio dos conteúdos sobre eletroquímica, pois afirmou que não queria “...*entrar muito em detalhes nas reações porque sabia que iam surgir dificuldades, eu também achei que ia enrolar para explicar um pouco, então eu parti para a parte ambiental*”, tanto que “*estava com medo de falar alguma coisa*”

errada...se eles perguntarem alguma coisa e você não saber...”. Um bom domínio da matéria a ser ensinada significa, ‘saber’ e ‘saber fazer’ (Carvalho e Gil-Pérez, 1993). Assim, essa atitude do professor, pode ser considerada importante, pois se não tem certeza se sabe, melhor não transmitir suas próprias concepções alternativas aos alunos.

Nesse caso, também é reforçado por Garcia (1999) *“Quando o professor não possui conhecimentos adequados sobre a estrutura da disciplina que está a ensinar, o seu ensino pode apresentar erradamente o conteúdo aos alunos. O conhecimento que os professores possuem do conteúdo a ensinar também influencia o que e como ensinam. Por outro lado, a falta de conhecimentos do professor pode afetar o nível de discurso nas classes, assim, como o tipo de perguntas que os professores formulam...”*.

Talvez por esse motivo, o professor não tenha aprofundado as discussões dos conteúdos específicos de eletroquímica com os alunos.

Outro fato significativo diz respeito à dificuldade do professor em trabalhar com o inesperado, ou seja, *“...(você) quer que dê tudo certo...”* e também com os problemas operacionais previstos ao se trabalhar com experimentos: *“eu estava preocupada se os cartões iriam funcionar...”*. Entretanto, ao deparar com problemas, ele procurou orientar e dar sugestões para que os alunos os solucionassem: *“tente encharcar mais o algodão com a solução de cloreto de amônio”*.

Assim, pode-se inferir que o ambiente estabelecido no laboratório foi propício a aprendizagem dos fatos, do desenvolvimento de habilidades operacionais e não para introduzir, construir ou aplicar os conteúdos de eletroquímica. Porém, foi estabelecida uma relação de aproximação entre alunos e o professor, que pode ter contribuído para a manutenção do interesse dos alunos.

O ambiente criado pelo professor conseguiu envolver alunos considerados altamente desmotivados, como apontou: *“...nunca na sala de aula, eu nunca vi eles fazendo nada”* e no laboratório, *“eles fizeram e até foram eles que me perguntaram: ‘Como é que faz aquilo, é porque estava descarregada que o meu não está dando certo?’”*.

Segundo Carvalho e Gil-Pérez (1993), o professor em sua formação deveria adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências a fim de conhecer: *“a importância que possuem, na aprendizagem das Ciências – isto é, na construção dos conhecimentos científicos –, o ambiente da sala de aula e o das escolas, as expectativas do professor, seu compromisso pessoal com o progresso dos alunos; o caráter social da construção de conhecimentos científicos e saber organizar a aprendizagem de forma conseqüente, entre outros”*.

A visão do professor em relação ao ensino experimental parece ter se modificado apenas no discurso. Inicialmente considerava que: *“As atividades de laboratório tem papel fundamental no ensino de química, pois com simples experimentações, o aluno entende e associa a parte teórica e ao dia a dia, desperta o interesse às reações ligadas a natureza”*. Ao final do curso ele considerou que as atividades experimentais: *“Servem para integrar o conhecimento-aluno-professor de forma objetiva devido à prática e o emocional pelo relacionamento entre ambos”*.⁶⁵

Analisando essas respostas pode-se constatar que inicialmente sua visão sobre a experimentação era simplista, vinculada à comprovação da teoria e à motivação do aluno (Zanon e Silva, 2000). Ainda, fazia parte de suas crenças a idéia de que as atividades experimentais são necessárias e importantes para que se possa ter um bom ensino (Minguens, 1991). Após a elaboração e aplicação das atividades experimentais em sua sala de aula, o professor passou a considerar a idéia de que esse tipo de atividade pode propiciar a aprendizagem através de um processo interativo entre o professor e seus alunos, e o objeto de conhecimento, intermediado pela realização da prática e por interações de caráter afetivo.

Suas atividades em sala de aula, entretanto, não revelaram um processo interativo em âmbito conceitual capaz de gerar aprendizagem significativa dos alunos.

Freitas⁶⁶ (apud. Cunha 1999) aponta que os professores talvez poderão se envolver à medida que identificarem *“suas concepções, expectativas e crenças epistemológicas com os elementos da nova situação”*.

Assim, o professor somente poderá mudar, se ele conseguir se identificar com as propostas apresentadas, caso contrário, manterá suas crenças e concepções.

⁶⁵ Grifo do pesquisador.

⁶⁶ FREITAS, D. “Mudança conceitual em sala de aula: uma experiência com formação inicial de professores”. Tese de Doutorado. São Paulo. Faculdade de Educação – USP, 1998.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebeu-se, ao longo deste trabalho, que os conteúdos de eletroquímica constituíram-se em uma barreira para que se pudesse aprofundar os aspectos pedagógicos propostos inicialmente. Carvalho e Gil-Pérez (1993), como já mencionado, apontam que a falta ou carência de conhecimento do professor sobre o assunto que irá ensinar constituirá em um problema ao se tratarem propostas inovadoras para o ensino.

Assim, procurou-se providenciar informações gerais e específicas que contribuíssem para a superação das dificuldades conceituais, e nesse sentido, procurou-se conhecer as idéias dos professores sobre o ensino de eletroquímica, identificar erros e lacunas conceituais, apresentar conceitos para análise, de maneira a desestabilizar e gerar insatisfação de suas idéias.

Este trabalho foi norteado pela visão da pesquisadora sobre os conteúdos a serem ensinados no ensino médio, pela dos professores cursistas e pelas necessidades formativas identificadas e consideradas importantes para o desenvolvimento desse conteúdo.

Foi considerado que a fundamentação conceitual dentro do processo de ensino-aprendizagem tem uma importância significativa pois, é a partir dela que os professores tomarão as decisões sobre o que e como irão ensinar conteúdos de eletroquímica em suas salas de aula. Com isso, se essa fundamentação não estiver bem estruturada e definida, o professor poderá ter dificuldades em saber o que é essencial ou não desses conteúdos na promoção da aprendizagem dos alunos.

Porém, Rios (2001) aponta que *“um professor competente, não basta dominar bem os conceitos de sua área – é preciso pensar criticamente no valor efetivo desses conceitos para a inserção crítica dos sujeitos na sociedade”*.

Procurou-se assim, desenvolver tal fundamentação através de um processo ativo de construção de significados apresentando situações exemplares para que o professor pudesse vivenciar processos de conflitos e de reelaborações de idéias e que espelhassem até certo ponto, estratégias de sala de aula, considerando-se, evidentemente, que as circunstâncias cognitivas e afetivas que envolvem o professor e o aluno são muito diferentes.

As concepções alternativas apresentadas pelos professores sobre corrente elétrica, condutibilidade elétrica em solução, oxidação e redução e representação das

reações de óxido-redução, são semelhantes às apresentadas por estudantes do ensino médio, alunos do primeiro ano de graduação e professores em formação (Posada, 1997; Garnett e Treagust 1992a e b; Sanger e Greenbowe, 1997b).

Pode-se verificar que algumas dificuldades conceituais sobre eletroquímica apontadas pelos professores, inicialmente e no decorrer do curso, foram superadas, quer por ampliação (P2, P3 e P4), quer por substituição (P1), de suas concepções, talvez por considerarem as idéias apresentadas e discutidas nos encontros plausíveis, inteligíveis e aplicáveis. Os conceitos de pilha de concentração, condutibilidade elétrica em solução, ionização e dissociação foram bem compreendidos. Considera-se que tais resultados somente foram atingidos devido à ação direta da pesquisadora, tentando estabelecer conflitos cognitivos (que não foram considerados como tal pelos professores) em suas concepções e idéias de ensino.

Dificuldades conceituais ainda persistiram, em relação a: resistividade, condutância, condutibilidade elétrica, polarização, descarga, dipólos, o que sugere que outras investigações devam ser feitas para esclarecer as razões de tal persistência.

Chamou a atenção que três, dos cinco professores, escolheram os conceitos que consideraram difíceis para desenvolver nas aulas que planejaram.

A interdependência entre o conhecimento disciplinar e a metodologia pode ser evidenciada pela insegurança que alguns professores manifestaram quanto a dar voz ao aluno, mesmo propondo atividades centradas na participação dos mesmos, pois poderiam ser reveladas suas fraquezas conceituais.

Com relação aos conteúdos metodológicos, dentro da perspectiva da construção do conhecimento pelo próprio aprendiz, optou-se por providenciar situações concretas de análise, de proposição e de aplicação de atividades experimentais.

Foram enfocados, principalmente, três aspectos considerados relevantes para o desenvolvimento de atividades de caráter investigativo: conhecer as idéias prévias dos estudantes para apoiar o desenvolvimento conceitual, apresentar situações que possam gerar conflitos cognitivos ou desestabilizar crenças, e prover dados para análise que possibilitem explorações conceituais.

Observou-se que as atividades experimentais dentro desse contexto, envolveram fortemente os professores, tantos nos aspectos operacionais quanto cognitivos. A visão simplista que a maioria deles apresentava no início dicotomizando teoria e prática, e reduzindo o potencial educativo das atividades experimentais a aspectos motivacionais e ilustrativos, foi se modificando gradativamente no decorrer do

curso. As mudanças observadas referem-se principalmente à compreensão de que as atividades experimentais podem auxiliar na formação de conceitos, fomentar o desenvolvimento cognitivo do aluno e podem criar um ambiente favorável à aprendizagem pelas interações professor-aluno e aluno-aluno.

O envolvimento que tiveram e a percepção que demonstraram do papel da experimentação no ensino não se refletiram igualmente entre os professores cursistas, na tomada de decisões sobre suas próprias práticas docentes. Dois dos professores (P2 e P4) elaboram e aplicaram atividades consistentes com as idéias veiculadas no curso. Os outros três, embora manifestassem aceitação, não conseguiram explicitá-las em seus planejamentos.

Verificou-se que apenas um professor (P2) considerou os três aspectos mencionados, em seu planejamento e no desenvolvimento da atividade em sala de aula. Outro professor (P4), embora tenha conhecido as idéias prévias dos alunos, não propôs situações de conflito, e sim estabeleceu, ele próprio, comparações entre as idéias dos alunos e os conceitos. Mesmo assim, parece ter havido exploração conceitual. Um outro professor (P3) embora não tenha explicitado em seu planejamento, esses aspectos foram evidenciados no decorrer de sua aula. P1 e P5 não deixaram claros em seus planejamentos esses aspectos, entretanto foram evidenciados, em suas aulas, encaminhamentos que possibilitam alguma exploração conceitual.

Foi evidente em todas as aulas aplicadas pelos professores, o interesse e o envolvimento, às vezes no nível conceitual, às vezes no afetivo, dos alunos. Talvez isto possa ser um reflexo do planejamento e do próprio envolvimento do professor.

Pode-se considerar que a realização e análise de atividades experimentais de caráter investigativo propostas no curso contribuíram para que os professores refletissem sobre a sua prática, mas isto não significou, para todos, a realização de ações concretas na direção de romper com suas concepções, como foi percebido pelas atividades que planejaram e aplicaram em suas salas de aula.

De modo geral, as atividades que foram escolhidas e desenvolvidas junto aos professores para que pudessem ampliar suas concepções sobre o papel do ensino experimental, se mostraram adequadas e foram bem trabalhadas nos encontros. Dessa forma, o pouco sucesso alcançado por alguns dos professores cursistas, não se deve especialmente a deficiências nas atividades ou a dificuldades da pesquisadora em

saber propor atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva (Carvalho e Gil-Pérez, 1993).

Pode-se conjecturar que no possível processo de evolução conceitual iniciado, os professores sustentam tanto as idéias “antigas” quanto as “novas”. Como analisa Vasconcellos (2001), *“a mudança da prática vem aos poucos, não porque assim se deseje, mas por não se conseguir mudá-la de uma vez em decorrência de todo o seu enraizamento subjetivo e objetivo”*.

Considerando os resultados obtidos, pode-se concluir que não foi importante, porém não suficiente, a análise feita pelo professor de experiências de laboratório tradicionais e inovadoras para poder criticar e propor mudanças em sua própria prática. A elaboração e aplicação de uma atividade de ensino que tentou incorporar as novas idéias foi também uma etapa importante, pois pode revelar aos professores, não só suas fraquezas, mas também suas potencialidades e capacidades. Também revelou que pode ser dada ao aluno maior responsabilidade frente a sua aprendizagem. Foi muito importante em todo o processo o papel mediador da pesquisadora, bem como as discussões e os trabalhos coletivos.

Deve-se considerar que em todas as reformas educacionais o papel e a utilização da experimentação foram enfatizados. Entretanto, o discurso das reformas não tem sido incorporado pelas escolas do ensino médio e pelos professores. Se o projeto pedagógico que a escola tem de elaborar reflete as atuais diretrizes curriculares, parece haver um descompasso entre o que a escola propõe e as ações do professor em sala de aula. Pode-se considerar ainda que a formação do professor parece se dar de forma deficiente, nos cursos de graduação, o que talvez esteja dificultando mudanças de atitude do professor.

Ainda, considerando os resultados obtidos pode-se apresentar algumas sugestões a respeito da formação continuada de professores. É conveniente que sejam abordados conteúdos pedagógicos e disciplinares de forma integrada, possibilitando não apenas o aprofundamento do conhecimento específico, mas também o exercício da reflexão sobre problemas concretos de ensino.

É conveniente também que sejam criadas e mantidas oportunidades para que os professores possam, coletivamente refletir sobre suas práticas. Tais oportunidades devem ser mediadas por um professor mais fundamentado teoricamente, de maneira que possam ser fornecidos subsídios para tomadas de decisão com base em pressupostos teóricos e dados de pesquisas. Também, devem valorizar o trabalho em

grupo, pois as interações entre pares resultam em colaborações e apoio mútuo, tanto em aspectos cognitivos quanto afetivos. Talvez, os horários de trabalho pedagógico coletivo (HTPC) pudessem ser aproveitados na promoção dessas reflexões, se tornando efetivamente um momento de trabalho coletivo entre os professores e com o professor mediador. Dessa forma, os professores poderiam discutir, refletir, compreender, construir, aplicar, avaliar, procurando validar propostas de ensino que garantam uma aprendizagem significativa.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROGI, A.; VERSOLATO E. F. & LISBÔA J. C. F. *Unidades Modulares de Química para o 2º. grau*, Brasília, MEC/SEPS, 1980.

BARBERÁ, A. & VÁLDES, P. “El trabajo práctico en la Enseñanza de las Ciencias: una revisión”. In: *Enseñanza de las Ciencias*. 14 (3), 1996, p. 365–79.

BRASIL (país) Secretaria de Educação Média e Tecnológica: Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Bases Legais*. Brasil: MEC, 1999, v. 1. (a)

BRASIL (país) Secretaria de Educação Média e Tecnológica: Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasil: MEC, 1999, v. 3. (b)

BUESO, A.; FURIO, C. & MANS, C. “Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes. primeros resultados”. In: *Enseñanza de las Ciencias*. 6 (3), 1998, p. 244-50.

CARVALHO, A. M. P. & GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1993.

CHEMICAL EDUCATION MATERIAL STUDY. *Química, Uma Ciência Experimental, Guia do Professor V. 1*. São Paulo: Edart – Livraria Editora Ltda e Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ciência, 1972.

CHINN, C. A. & BREWER, W. F. “The Role of Anomalous data in Knowledge acquisition”. In: *Review of Education Research*. 63 (1), 1993, p. 1-49.

CUNHA, A. M. “A Mudança Conceitual de Professores num Contexto de Educação Continuada”. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação – USP, 1999.

DOMIN, Daniel S. "A Review of Laboratory Instruction Styles". In: *Journal of Chemical Education*. 76 (4), abril 1999, p. 543-7.

ESPERIDIÃO, Y. M. & LIMA, N. C. S. A. *Química: dos experimentos às teorias*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1977, v. 1.

GARCÍA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, M. C. & MONDELO ALONSO, M. "El trabajo práctico: una intervención para la formación de profesores". In: *Enseñanza de las Ciencias*. 13 (2), 1995, p. 203–9.

GARCÍA, C. M. *Formação de professores: para uma Mudança Educativa*. Porto, Portugal: Porto Editora, 1999.

GARRIDO, E. & CARVALHO A. M. P. "Discurso em sala de aula: uma mudança epistemol[ogica e didática". In: *Coletânea 3ª Escola de Verão*. São Paulo: FEUSP, 1995.

GARNETT, Pamela J. & TREAGUST David F. "Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Redution Equations". In: *Journal of Research in Science Teaching*. 29 (2), 1992, p. 121–42. (a)

GARNETT, Pamela J. & TREAGUST David F. "Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells". In: *Journal of Research in Science Teaching*. 29 (10), 1992, p. 1079–99. (b)

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações I: Química para o 2º Grau: Livro do aluno*. São Paulo: EDUSP, 1994. (a)

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) *Interações e Transformações I: Química para o 2º Grau: Guia do Professor*. São Paulo: EDUSP, 1994. (b)

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: guia do professor*. São Paulo: EDUSP, 1998.

GIL PÉREZ, D. & VALDÉS CASTRO, P. “La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo”. In: *Enseñaza de las Ciencias*. 14 (2), 1996, p. 155-63.

GONZÁLEZ, Eduardo M. “¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos ?”. In: *Enseñanza de las Ciencias*. 10 (2), 1992, p. 206–11.

GUNSTONE, R. F. & MITCHELL, I. J. “Metacognition and Conceptual Change”. In: *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*. New York: Academic Press, 1998, p. 133-63.

HEWSON, P. W. & HEWSON, M. G. A. B. “An appropriate conception of teaching Science: A view from studies of Science learning”. In: *Science Education*, 72 (5), 1988, p. 597-614.

HODSON, D. “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”. In: *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (3), 1994, p. 299–313.

HODSON, D. “Experimentos em Ciências e Ensino de Ciências”. In: *Educational Philosophy and Theory*. 20, 1988, p. 53–66.

HUDDLE, P. A.; WHITE, M. D. & ROGERS, F. “Using a Teaching Model to Correct Known Misconceptions in Electrochemistry”. In: *Journal of Chemical Education*. 77(1), January 2000, p. 104-10.

MASON, A. B. et al. *PROQUIM – Projeto de Ensino de Química para o 2º Grau*. Campinas: UNICAMP – Faculdade de Educação, 1986.

MIGUENS, M. & GARRETT, R. M. “Prácticas en la enseñanza de las ciencias. problemas y posibilidades”. In: *Enseñanza de las Ciencias*. 9 (3), 1991, p. 229–236.

MONTES, Luis D. & ROCKLEY, Mark G. "Teacher Perceptions in the Selection of Experiments". In: *Journal of Chemical Education*. 79 (2), february 2002, p. 244-7.

NIAZ, Mansoor. "Facilitating conceptual change in students' understanding of electrochemistry". In: *International Journal Science Educaticon*. 24 (4), 2002, p. 425-39.

OGUDE, A. N. & BRADEY, J. D. "Ionic Conduction and Electrical Neutrality in Operating Electrochemical Cells". In: *Journal of Chemical Education*. 71 (1), January 1994, p. 29-34.

ÖZKAYA, A. R. "Conceptual Difficulties Experienced by Prospective Teachers in Electrochemistry: Half-Cell Potential, Cell Potential, and Chemical and Electrochemical Equilibrium in Galvanic Cells". In: *Journal of Chemical Education*. 79(6), June 2000, p. 735-38.

POSADA, José M. "Conceptions of High School Students Concerning the Internal Structure of Metals and Their Electric Conduction: Structure and Evolution". In: *Science Education*. 81, 1997, p. 445-67.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. & GERTZOG, W. A. "Accommodation of scientific conception: toward a theory of conceptual change". In: *Science education*. 66(2), 1992, p. 211-27.

RIOS. T. A. "Compreender e ensinar: por uma docência da melhor qualidade". São Paulo: Instituto de Psicologia – USP, 1997.

SANGER, Michael J. & GREENBOWE, Thomas J. "Common Student Misconceptions in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic and Concentration Cells". In: *Journal of Research in Science Teaching*. 34 (4), 1997, p. 377–398. (a)

SANGER, Michael J. & GREENBOWE, Thomas J. "Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge". In: *Journal of Chemical Education*. 74 (7), july 1997, p. 819-23. (b)

SÃO PAULO (Estado) Sec. da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta Curricular para o Ensino de Química – 2º grau*. São Paulo: SE/CENP, 1982.

SÃO PAULO (Estado) Sec. da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta Curricular para o Ensino de Química – 2º grau*. São Paulo: SE/CENP, 1978. (a)

SÃO PAULO (estado) Secretaria da Educação: Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Subsídios para a implementação da proposta curricular de Química para o segundo grau*. Coord.: Marcello de Moura Campos. São Paulo: SE/CENP, 1978, 3v. (b)

SCHNETZLER, Roseli P. “Um Estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em Livros Didáticos Brasileiros dirigidos ao Ensino Secundário de Química de 1875 a 1978”. In: *Química Nova*. 4(1), janeiro 1981, p. 6-15.

SICCA, Natalina Ap. Laguna. *A Experimentação no Ensino de Química: 2º Grau*. Campinas: UNICAMP, Faculdade de Educação, Dissertação de Mestrado, 1990.

VASCONCELLOS, Celso S. dos. “Sobre o Espaço de Reflexão Coletiva e Contínua de Prática”. In: *Para onde vai o professor. Resgate do professor como sujeito de transformação*. 8ª Ed. São Paulo: Libertad, 2001. (Coleção Subsídios Pedagógicos do Libertad, V. 1)

VILLANI, A. & CABRAL, T. C. B. “Mudança Conceitual, Subjetividade e Psicanálise”. In: *Investigações em Ensino de Ciências*. 1(2), 1997.

WATSON, R.; PRIETO, T. & DILLION, J. S. “The Effect of Practical Work on Students’ Understanding of Combustion”. In *Journal of Research in Science Teaching*. 32 (5), 1995, p. 487-502.

ZANON, Lenir B. & SILVA, Lenice H. A. "A Experimentação no Ensino de Ciências". In: *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Org: Roseli P. Schnetzler e Rosália M. R. Aragão. CAPES / UNIMEP, 2000, 120-53.

ZULIANI, Silvia R. Q. A. & ÂNGELO, Antonio C. D. "A Utilização de Metodologias Alternativas: o Método Investigativo e a Aprendizagem de Química". In: *Educação para Ciência 3: Educação em Ciências da Pesquisa à Prática Docente*. Org.: Roberto Nardi. São Paulo: Escrituras, 2001, p. 69-79.

7 - BIBLIOGRAFIA UTILIZADA NA ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO CURSO

ATKINS, P. W. *Físico-Química*. 6^a. ed. Tradução: Horácio Macedo. Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1999.

BOCCHI, Nerilso; FERRACIN, Luiz Carlos & BIAGGIO, Sonia R. “Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental”. In: *Química Nova na Escola*. nº. 11, maio 2000.

COLL, César. *Psicologia e Currículo: Uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. Tradução: Cláudia Shilling. São Paulo: Ática, 1996.

DENARO, A. R. *Fundamentos de Eletroquímica*. Tradução: Juergen Heinrich Maar. São Paulo: EDUSP, 1974.

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) – Laboratório Aberto. *Apostila de Laboratório*.

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações I: Química para o 2º Grau: Livro do Aluno*. São Paulo: EDUSP, 1994.

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Interações e Transformações III: A Química e a Sobrevivência: Fonte de Materiais: Química para o Ensino Médio: Livro do Aluno*. São Paulo: EDUSP, 1998.

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). *Livro de laboratório: Módulo I e II: Interações e Transformações I: Química para o Ensino Médio*. São Paulo: EDUSP, 1998.

GENTIL, V. *Corrosão*. 2^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1987.

HIOKA, Noboru et al. “Pilhas de Cu/Mg construídas com material de fácil obtenção”. In: *Química Nova na Escola*. nº 11, maio 2000.

MAHAN, B. M. & MAGERS, R. J. *Química: Um Curso Universitário*. Tradução Coord.: H. E. Toma. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

MAURI, Tereza. “O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares”. In: *O Construtivismo na sala de aula*. C. Coll e outros. São Paulo: Ática, 1997.

MINGUET, Pilar A. *A construção do conhecimento na Educação*. Trad.: Juan Acuña Llorens. Porto Alegre: Art Med, 1998.

MOREIRA, M. A. & BUCHWEITZ, B. *Mapas conceituais: Instrumentos Didáticos de Avaliação e de Análise de Currículos*. São Paulo: Moraes, 1987.

O’CONNOR, R. *Fundamentos de Química*. São Paulo: Harbra, 1977.

PILLA, L. *Físico-Química*. Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos e Científicos, 2º volume, 1979.

SARDELLA, A. & MATEUS, E. *Dicionário Escolar de Química*. São Paulo: Ática, 1981.

SHREEVE, R. N. & BRINK Jr, J. A. *Indústrias de Processos Químicos*. Tradução: Horário Macedo. 4ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1977.

TOLENTINO, Mário & ROCHA-FILHO, Romeu C. “O bicentenário da invenção da pilha elétrica”. In: *Química Nova na Escola*. nº. 11, maio 2000.

UNESCO. *Manual de metodologia de la Enseñanza de La Química, Versión preliminar: Selección de Experiencias de Laboratorio y Demonstrativas*. Argentina: Unesco, 1987.

VASCONCELLOS, Celso S. dos. *Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico*. Cadernos Pedagógicos do Libertad–1, Libertad, 1999.

ANEXO 1

Cadastro dos Professores

1. Nome:

2. Endereço:

3. Dados Pessoais: Número do RG

4. Formação:

- Curso de graduação: _____

Instituição: _____

Ano que se graduou: _____

- Pós-graduação: _____

Instituição: _____

Tipo de curso: _____

4. Experiência profissional:

- Tempo de Magistério: _____

- Disciplinas Lecionadas: _____

- Tempo de Magistério na Rede Pública: _____

- É professor efetivo? _____ Há quanto tempo? _____

5. Situação Atual:

Professores em exercício:

- Escolas em que leciona atualmente: _____

- Período em que leciona e o número de aulas

Matutino () aulas semanais

Vespertino () aulas semanais

Noturno () aulas semanais

- Número de aulas semanais:

na Rede Pública: _____

na Rede Particular: _____

- Número de classes em que leciona:

Ensino Médio: 1ª _____ 2ª _____ 3ª _____

Ensino Fundamental: séries _____ n.º de classes _____

- Especifique se for o caso, o número de classes e as séries para cada disciplina lecionada:

ANEXO 2

FICHA – A

1ª ETAPA

1- Na sua opinião, para que servem as atividades de laboratório?

2- Se você utiliza o laboratório, as atividades experimentais são utilizadas para:

- a) reforçar ou comprovar os conteúdos dados anteriormente.
- b) introduzir novos conteúdos.

Explique.

3- Se você não utiliza o laboratório, você pensa que as atividades experimentais poderiam ser utilizadas para:

- a) reforçar ou comprovar os conteúdos dados anteriormente.
- b) introduzir novos conteúdos.

Explique.

4- Você encontra dificuldades em realizar atividades experimentais? Quais?

2ª ETAPA

5- Dê sua opinião sobre cada uma das afirmativas apresentadas a seguir, justificando-a.

a) As atividades realizadas no laboratório apresentam um caracter motivador para a aprendizagem dos alunos.

- concordo. concordo parcialmente
- discordo. não tenho opinião formada.

Explique.

b) Nas atividades desenvolvidas no laboratório, o aluno adquire técnicas de laboratório, apresentando um aspecto positivo no processo de ensino-aprendizagem.

- concordo. concordo parcialmente
- discordo. não tenho opinião formada.

Explique.

c) A realização de atividades experimentais auxilia os alunos a compreenderem os conceitos científicos.

- concordo. concordo parcialmente
- discordo. não tenho opinião formada.

Explique.

d) O laboratório serve para mostrar aos alunos como a Ciência é produzida.

- concordo. concordo parcialmente
- discordo. não tenho opinião formada.

Explique.

e) O trabalho realizado no laboratório pelos alunos, visa desenvolver atividades científicas, como por exemplo, a objetividade e a tomada de decisões.

- concordo. concordo parcialmente
- discordo. não tenho opinião formada.

Explique.

ANEXO 3

FICHA – B

1- Você considera que na sua graduação, foram realizadas atividades experimentais:

- suficientes para adquirir técnicas de laboratório.
- suficientes para adquirir conceitos
- para adquirir segurança suficiente para desenvolver atividades experimentais com seus alunos.
- em quantidades insuficientes no decorrer do curso.
- ou não foram realizadas atividades experimentais.

2- Você se sente seguro, considerando seus conhecimentos atuais, para realizar atividades experimentais com seus alunos?

- Sim
- Não

Justifique.

3- Quanto as condições de trabalho atuais, você se sente seguro ao realizar as atividades de laboratório?

4- Cite as fontes de informações sobre as atividades experimentais que você conhece ou utiliza.

ANEXO 4

Idéias Prévias sobre o Ensino de Eletroquímica

- 1- Em que momento no seu plano de curso você inicia o ensino de eletroquímica? Quais os motivos dessa sua escolha?

- 2- Quais os tópicos de eletroquímica você considera que devem ser desenvolvidos no Ensino Médio?

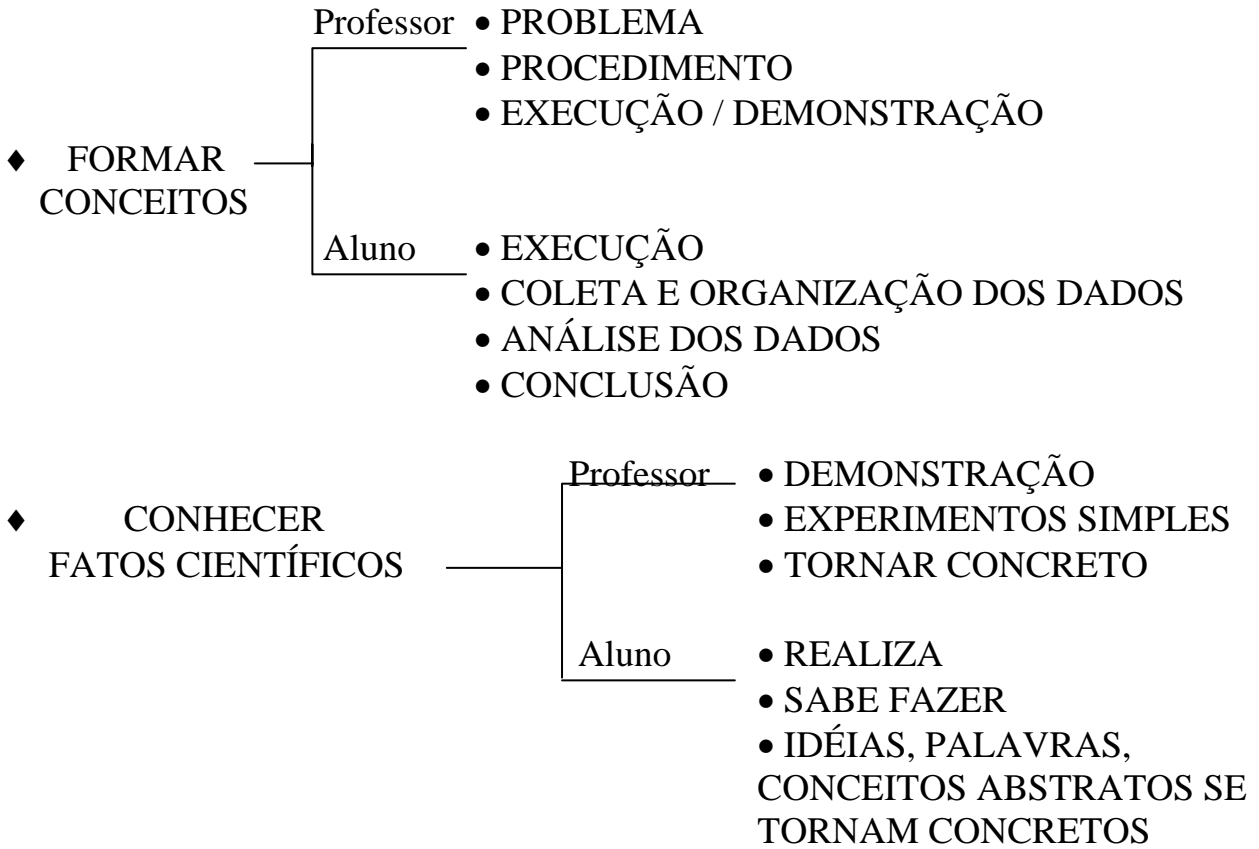
- 3- Quanto aos recursos didáticos nas suas aulas de eletroquímica:
 - a) o que você vem utilizando?
 - b) o que você gostaria de utilizar?

- 4- Que conceitos de eletroquímica você considera importantes serem enfatizados neste curso, com o objetivo de melhorar sua atuação em sala de aula.

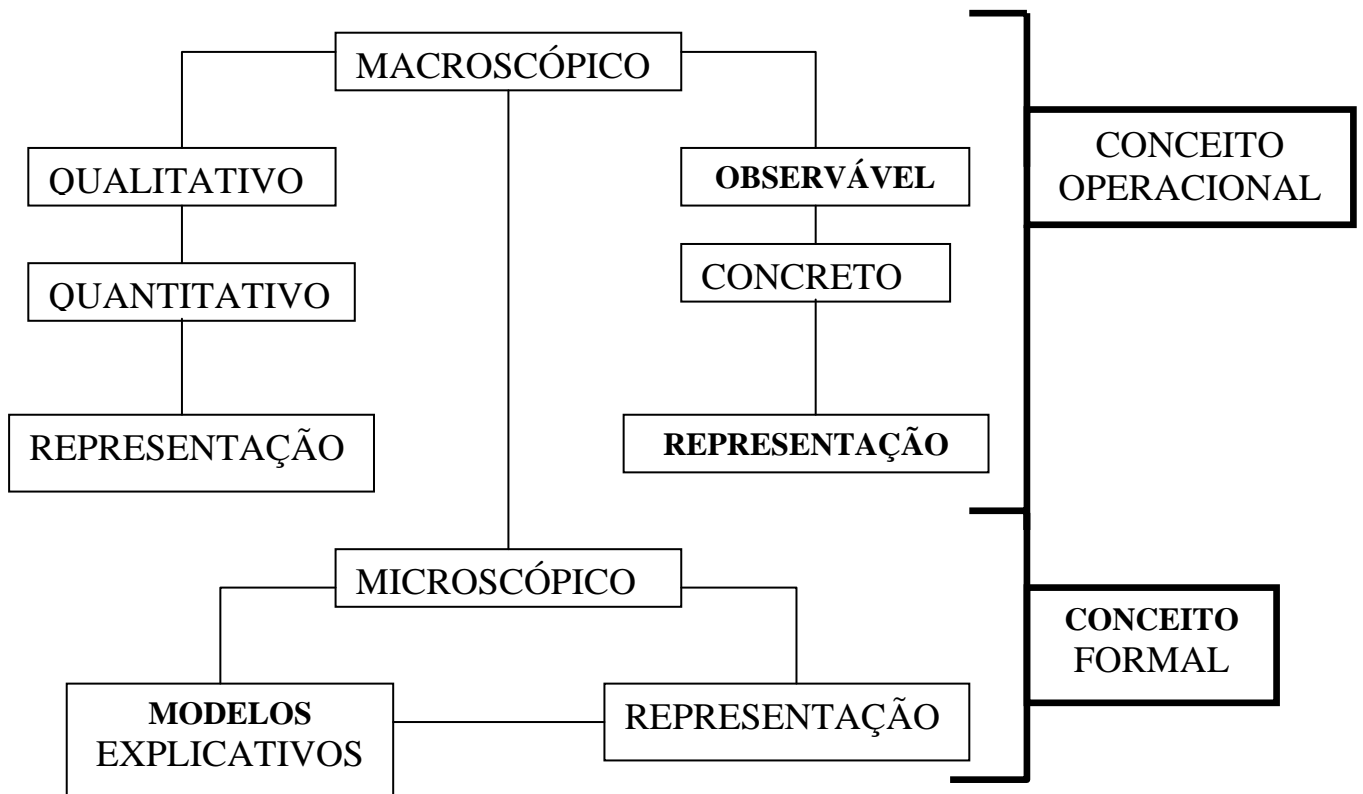
ANEXO 05

Síntese

PAPEL DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO



PROPOSTA DE ENSINO MAIS RELEVANTE PARA O ALUNO



ANEXO 06

Conceitos Alternativos Comuns dos Alunos para o Conceito de Corrente Elétrica em Soluções Eletrolíticas e na Ponte Salina

- a) Os elétrons movem-se pela solução sendo atraídos de um íon ao outro.
- b) Os elétrons movem-se pela solução atraindo-se uns aos outros e aos íons no cátodo e são carregados por aquele íon no ânodo.
- c) Elétrons entram na solução do cátodo, viajam pela solução e pela ponte salina, e emergem no ânodo para completar o circuito.
- d) Os ânions na ponte salina e o eletrólito transfere elétrons do cátodo para o ânodo.
- e) Os elétrons fluem pelas soluções aquosas sem a assistência dos ânions.
- f) Somente íons com carga negativa constituem um fluxo de corrente no eletrólito e na ponte salina.
- g) O ânodo fica positivamente carregado pois ele perdeu elétrons; o cátodo fica negativamente carregado pois ele ganhou elétrons.

Artigo: Sanger M. J.; Greenbowe, T. J. *Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge*, Journal of Chemical Education, v. 74, July 1997.

ANEXO 07

MAPAS CONCEITUAIS – TEMA : PILHAS

ANEXO 08

Idéias Prévias Sobre Soluções

- 1- Uma solução de cloreto de sódio conduz corrente elétrica? Se ocorrer, como acontece a condução de corrente nessa solução?
- 2- A água “pura” conduz corrente elétrica? Justifique.
- 3- O benzeno conduz corrente elétrica? Justifique.
- 4- Dos materiais relacionados abaixo, quais deles conduzem corrente elétrica em solução aquosa. Justifique.

Materiais	SIM	NÃO	Justificativa
a) sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	()	()	
b) gás carbônico (CO_2)	()	()	
c) gás oxigênio (O_2)	()	()	
d) gás clorídrico (HCl)	()	()	
e) sulfato de potássio (K_2SO_4)	()	()	
f) cloreto de prata (AgCl)	()	()	
g) amônia (NH_3)	()	()	

ANEXO 09

ELETROQUÍMICA

Conceitos para Ensino Médio

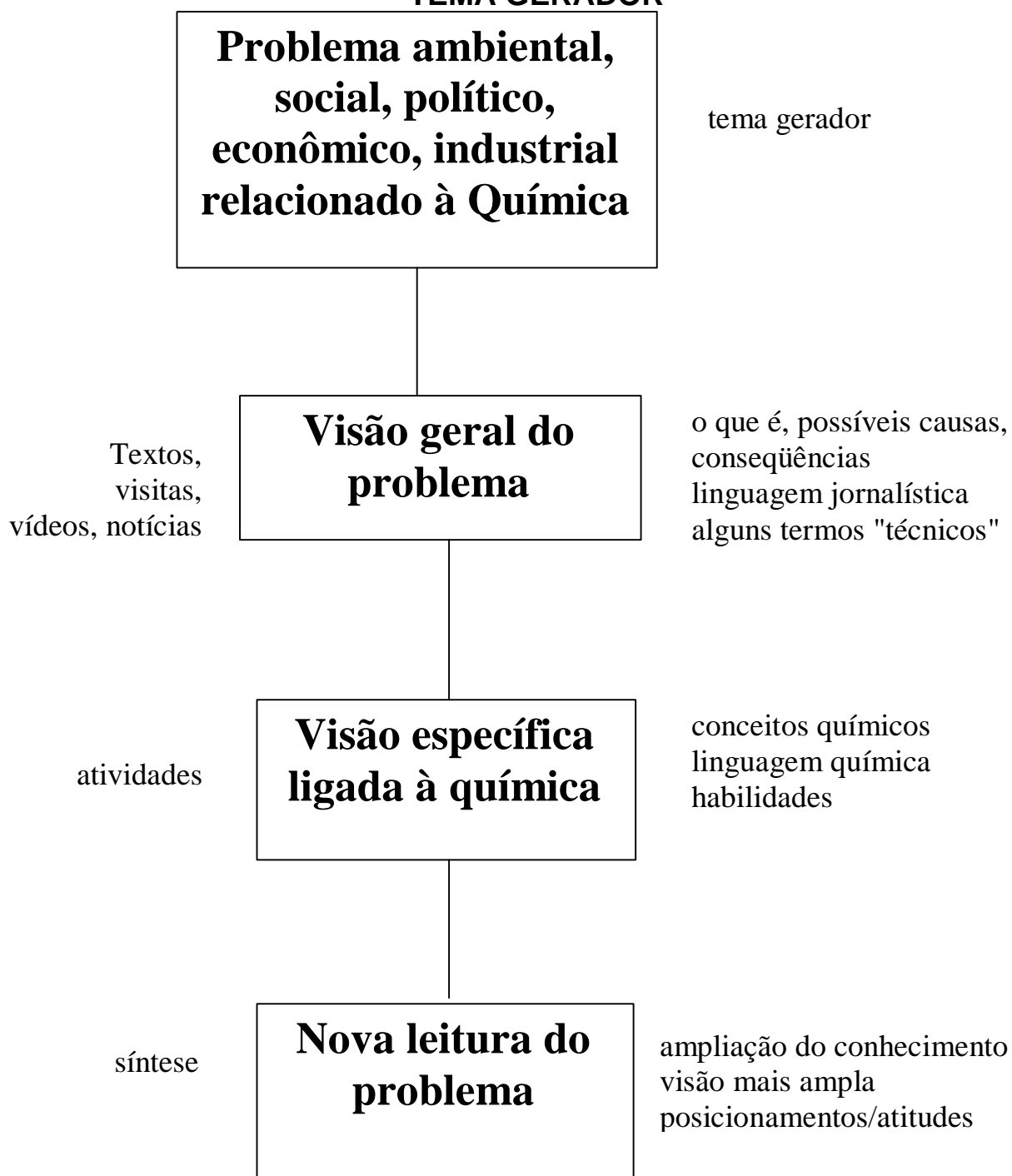
- ◆ Troca de elétrons
- ◆ Oxidação
- ◆ Redução
- ◆ Número de oxidação
- ◆ Representações – equações
- ◆ Aproveitamento da energia elétrica liberada na transformação química:
 - Pilhas
 - cátodo
 - ânodo
 - tabela de potenciais
 - diferença de potencial (ddp)
 - representações
 - convenções
- ◆ Aplicação da energia elétrica para ocorrência de transformação química :
 - Eletrólise
 - Obtenção de substâncias inorgânicas: (Cl₂, H₂, NaOH, metais)
 - Obtenção de substâncias orgânicas: nylon
 - Eletrodeposição metálica: cobreação, niquelação, prateação, douração
- ◆ Corrosão
 - Tipos de corrosão
 - generalizada
 - localizada
 - Reações importantes
 - principais processos catódicos e anódicos

Conceitos para o Professor

- ◆ Equação de Nernst
- ◆ Leis de Faraday
- ◆ História da Pilha
- ◆ Pilhas de Concentração
- ◆ Tecnologia Eletroquímica
- ◆ Tipos de Corrosão
- ◆ Noções de Eletroanalítica (titulação potenciométrica)

- ◆ Propriedades elétricas de íons e de soluções eletrolíticas

ANEXO 10
TEMA GERADOR



ANEXO 11

MAPAS CONCEITUAIS – TEMA : CORROSÃO

ANEXO 11

MAPAS CONCEITUAIS – TEMA : ELETRÓLISE

ANEXO 11

MAPAS CONCEITUAIS – TEMA : PILHAS

ANEXO 12

Itens do Planejamento:

- a) Assunto abordado
- b) Objetivos
- c) Número de aulas
- d) Qual o problema a ser resolvido pelo aluno
- e) Quais atividades estão previstas: experiências, textos, gráficos, tabelas, vídeo, etc.
- f) Avaliação

ANEXO 13

Avaliação geral do Curso

1º Momento

- 1- Na sua opinião, para que servem as atividades de laboratório?
- 2- Qual atividade experimental você escolheu para realizar com seus alunos? Qual o motivo da escolha deste assunto?
- 3- Você encontrou alguma dificuldade ao realizar as atividades experimentais em sua sala de aula? Quais?
- 4- Com base no assunto escolhido por você, expresse sua opinião de acordo com a sua proposta de trabalho para a atividade experimental:
 - a) As atividades apresentaram um caráter motivador para a aprendizagem dos alunos.
 - b) Nas atividades aplicadas aos alunos, eles adquiriram técnicas de laboratório.
 - c) As atividades auxiliaram os alunos a compreenderem os conceitos científicos.
 - d) As atividades reproduziram os conhecimentos da Ciências aplicadas pelos cientistas no laboratório.
 - e) As atividades realizadas visaram desenvolver a objetividade e a tomada de decisões.
- 5- Como a direção de sua escola observou a sua ação ao realizar este tipo de atividade?

2º Momento

- 1- O que o curso realizado por você, contribui para a sua formação?
- 2- Você se sente seguro, considerando seus conhecimentos atuais, para realizar atividades experimentais com seus alunos?
- 3- Você se sente seguro, para poder reivindicar melhores condições de trabalho, bem como materiais para a realização das atividades experimentais?
- 4- Dê sua opinião quanto aos aspectos positivos e negativos de um curso de capacitação de professores.

ANEXO 14

Avaliação - 1º Encontro

- 1- Diante das idéias apresentadas e discutidas no curso hoje, quais você considerou importantes para o desenvolvimento de atividades experimentais ?
- 2- Dentre as idéias abordadas hoje, algumas foram novas para você ? Quais?

Avaliação – 2º Encontro

- 1- Considerando as idéias abordadas no dia de hoje, alguma delas foi novidade para você? Quais?
- 2- Dentre as atividades propostas hoje, você sentiu alguma dificuldade ao realizá-las, considerando:
 - a) o conhecimento do conteúdo;
 - b) a manipulação dos materiais;
 - c) o encaminhamento da discussão;
 - d) a organização das suas idéias.

Avaliação - 3º Encontro

- 1- Considerando as idéias abordadas no dia de hoje, alguma delas foi novidade para você? Quais?
- 2- Dentre as atividades propostas hoje, você sentiu alguma dificuldade ao realizá-las, considerando:
 - a) o conhecimento do conteúdo;
 - b) a manipulação dos materiais;
 - c) o encaminhamento da discussão;
 - d) a organização das suas idéias.

Justificar cada um dos itens acima.

Avaliação - 4º Encontro

- 1- As informações e atividades no encontro de hoje, contribuíram para que você:
(Marque somente as alternativas pertinentes)
() Aprendesse conhecimentos novos de eletroquímica. Quais?
() Apenas revise o que já sabia.
() Modificasse / ampliasse a sua visão de eletroquímica. Em quê?
() Sentisse mais facilidade em transmitir os conhecimentos para os alunos. Como?
- 2- Quais das idéias ou atividades desenvolvidas no dia de hoje e nos encontros anteriores, você realizaria em sala de aula com seus alunos? Justifique.
- 3- Quais das idéias ou atividades desenvolvidas no dia de hoje e nos encontros anteriores, você **não** realizaria em sala de aula com seus alunos? Justifique.

Avaliação- 5º Encontro

1- As informações e atividades no encontro de hoje, contribuíram para que você:
(Marque somente as alternativas pertinentes)

() Aprendesse conhecimentos novos de eletroquímica. Quais?

() Apenas revise o que já sabia.

() Modificasse / ampliasse a sua visão de eletroquímica. Em quê?

() Sentisse mais facilidade em transmitir os conhecimentos para os alunos. Como?

2- Dentre os conceitos abordados, assinale o seu grau de compreensão, utilizando uma escala de 0 a 3:

Escala

0- não compreendi.

1- compreendi parcialmente.

2- compreendi bem.

3- seria capaz de explicar para alguém este conceito.

Conceitos:

() auto descarga () resistência () condutibilidade

() polarização () resistividade () condutância

() descarga () solvatação

() pilha de concentração () condutibilidade de soluções

3- Você hoje, sentiu alguma dificuldade ao retornar a trabalhar com mapas conceituais? Quais?

Avaliação - 6º Encontro

1- Sobre a condutibilidade elétrica, no início do encontro em que este conceito foi discutido,

a) percebi que tinha conceitos não muito claros e que:

() foram esclarecidos.

() ainda tenho dúvidas.

b) minhas idéias já estavam claras e foram:

() ampliadas

() não foram alteradas

c) seria capaz de explicar para meus alunos. Justifique.

d) seria capaz de propor atividades para introduzir essa idéia para os alunos. Explique como você faria.

2- Sobre o conceito de eletrólise, discutido no dia de hoje, você:

() ampliou os seus conceitos.

() ainda não está muito claro.

() abordaria o tema em suas aulas. Explique sua resposta.

3- Dentre os conceitos abordados, assinale o seu grau de compreensão, utilizando uma escala de 0 a 3:

Escala

0- não compreendi.

1- compreendi parcialmente.

2- compreendi bem.

3- seria capaz de explicar para alguém este conceito.

Conceitos:

() resistência

() ionização

() dipólos

() resistividade

() dissociação

() solubilidade (kps)

() condutância

() condutibilidade

Avaliação - 7º Encontro

1- Sobre o conceito de eletrólise, introduzido no encontro anterior através de experimentos, e que hoje foi retomado,

a) percebi que tinha conceitos não muito claros e que:

() foram esclarecidos.

() ainda tenho dúvidas.

b) minhas idéias já estavam claras e foram:

() ampliadas

() não foram alteradas

c) seria capaz de explicar para meus alunos. Justifique.

d) seria capaz de propor atividades para introduzir essa idéia para os alunos. Explique como você faria.

2- Sobre o conceito de corrosão, discutido no dia de hoje, você:

() ampliou os seus conceitos.

() ainda não está muito claro.

() abordaria o tema em suas aulas. Explique sua resposta.

3- Você hoje, sentiu alguma dificuldade ao retornar há trabalhar com mapas conceituais? Quais?

4- Dentro dos três temas propostos para desenvolver os conteúdos de eletroquímica, qual você escolheu para trabalhar com seus alunos? Por quê?

Avaliação - 8º Encontro

1- O que você pode dizer ao realizar esta atividade de planejar sua aula da maneira a qual esta sendo proposta: fácil ou difícil; rápida ou lenta; necessária ou desnecessária; compreensível ou incompreensível; organizadora ou confusa; trabalhosa ou tranqüila de realizar. Justifique.

1º Momento

2º Momento

2) Após terminar a atividade de planejar, expresse sua opinião referente a:

a) suas expectativas em relação a este planejamento.

b) seu conhecimento sobre o assunto aplicado.

c) gostaria de saber mais sobre..... (quais assuntos).

ANEXO 15

Entrevista com os professores

Início em 24/08/2002 – 6º Encontro

- a) Qual sua expectativa ao procurar fazer este curso?
- b) Em alguns momentos no decorrer dos encontros, seus conhecimentos prévios entraram em conflito com os conceitos discutidos no curso. Em caso afirmativo dê exemplos.
 - caráter pedagógico: uso da experimentação
 - caráter de conhecimento química
- c) Sua visão sobre eletroquímica está sendo ampliada ao realizar este curso? Em que aspectos?
- d) Que contribuições até o momento, o curso poderá trazer para suas aulas?
- e) Você acha que as idéias apresentadas no curso estão sendo ou poderão ser úteis em discussões de conceitos, mesmo fora das aulas de eletroquímica, isto é, ao longo do Ensino Médio?
- f) O quanto você está preparado ou entusiasmado para preparar atividades de eletroquímica para seus alunos?
- g) Há diferenças na sua postura comparando quando você iniciou o curso e agora?