**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

Dayse Pereira da Silva

**Questões propostas no planejamento de atividades
experimentais de natureza investigativa no ensino
de química: reflexões de um grupo de professores**

São Paulo

2011

Dayse Pereira da Silva

**Questões propostas no planejamento de atividades
experimentais de natureza investigativa no ensino
de química: reflexões de um grupo de professores**

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora:

Prof. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes

**São Paulo
2011**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Silva, Dayse Pereira da

Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores. – São Paulo, 2011.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes
Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química – Estudo e Ensino 2. Formação de Professores 3. Educação.

USP/IF/SBI-056/2011

SILVA, Dayse Pereira da

Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores

Dissertação de mestrado apresentado ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências

Aprovada em: 04/08/2011

Banca Examinadora

Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes	IQUSP
--	-------

Profa. Dra. Daisy de Brito Resende	IQUSP
------------------------------------	-------

Profa. Dra. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani	UNESP/BAURU
--	-------------

Agradecimentos

Recebi o apoio pessoal e institucional, que nesse momento reconheço e expresso minha gratidão.

Quero agradecer em primeiro lugar ao meu DEUS que me proporcionou a vida com saúde e disposição para avançar os meus objetivos, nos diferentes segmentos.

À professora Maria Eunice Marcondes, não somente como minha orientadora, mas, como companheira de todas as horas, por fazer parte do longo trajeto desta pesquisa de mestrado, desde os cursos que participei e se constituíram em etapas importantes, como a entrega do trabalho dos dezoito meses, qualificação e finalmente a minha defesa. Sua determinação e dedicação não podem ser contadas aqui, pois ultrapassa os dias da semana em que estivemos juntas, em um trabalho por vezes exaustivo, incluindo feriados, finais de semana e até em sua residência, onde me acolheu e não poupou esforços em me atender.

Às professoras desta banca examinadora, Silvia R. Q. A. Zuliani e Daisy de Brito Rezende, pela leitura crítica e detalhada deste trabalho e Bayardo por participar da minha banca de qualificação.

À minha amiga Simone Martorano que me acompanhou durante todos os encontros do curso de formação em Diadema, não só nas anotações de campo, como nas gravações em áudio e vídeo, que se constituíram de subsídios para estruturar e sistematizar na composição do meu trabalho.

A minha amiga Miriam Possar e Marcia Marino, que me ouviram, deram dicas importantes e participaram de todo o trajeto, durante as “caronas”.

A Luciane Akahoshi, que esteve presente em momentos muito especiais (inclusive finais de semana) me auxiliando em diferentes aspectos do trabalho para que eu pudesse cumprir os prazos.

Agradeço em especial a Marcia Feitosa pela revisão do trabalho empreendendo parte de sua vida particular.

Agradeço aos meus pais Oswaldo e Elvira (em memória) pelo dom da vida e pela educação que me foi dada, o que me possibilitou enfrentar grandes desafios vencê-los.

Às minhas filhas Camilla e Thais e meu neto Cauã, que me incentivaram nos momentos mais críticos desse trajeto.

Agradeço também aos amigos do grupo: João, Daniele, Fábio, Ângela, Renata. Mara Cristina, Terezinha e Susan. Agradeço também a Natalina, por seu apoio nas minhas ausências, possibilitando a finalização da minha dissertação.

Por fim, agradeço a Secretaria pelo auxílio financeiro e por acreditar e incentivar a pesquisa em Ensino de Ciências.

*“Ser feliz é encontrar força no perdão,
esperanças nas batalhas,
segurança no palco do medo,
amor nos desencontros.
É agradecer a Deus a cada minuto pelo milagre da vida”.*
Fernando Pessoa

Resumo

A formação continuada de professores de Química, bem como as práticas pedagógicas por eles desenvolvidas, tem sido objeto de estudos por parte de muitos pesquisadores, os quais têm apontado preocupações com os rumos que essa formação vem tomando. Algumas pesquisas em Ensino de Química têm destacado a importância do uso de atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos e para sua maior participação no processo de aprendizagem.

Assim, entende-se que são muitas as necessidades formativas do professor de química, tendo em vista que a elaboração de planos de aula, que favorecem a exploração pelos estudantes da atividade experimental e propicia o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordens mais altas. Para tanto, é imprescindível que estes planos tenham características de atividades investigativas, sendo acompanhados de questões que possibilitem o desenvolvimento de tais habilidades. A presente pesquisa investigou como os professores de química preparam planos de aula priorizando a elaboração de questões para que os alunos possam desenvolver habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas. Foi proposto um curso de formação continuada para professores de Química da Rede Pública do Estado de São Paulo na região de Diadema.

Tal curso ocorreu em oito encontros de quatro horas, gravados em áudio e vídeo. Foram apresentados e discutidos alguns subsídios sobre atividades experimentais investigativas e os professores elaboraram planos de ensino. Esses planos foram analisados de acordo com algumas características que esse tipo de atividade apresenta: situação problema, atividade pré e pós-laboratório, coleta, registro e análise dos dados e apresentação de conclusões. As questões apresentadas pelos professores foram analisadas de acordo com as ideias apresentadas por Zoller sobre habilidades cognitivas de ordens mais baixas e mais altas.

Ao confrontar os planos iniciais com os finais, verificou-se, que os professores apresentaram progressão crescente nos seguintes aspectos: inicialmente não apresentavam um problema a ser investigado, e os resultados não eram discutidos com os alunos; no plano final, a metodologia se aproximava da investigativa, a partir de um problema a ser pesquisado pelo aluno. No laboratório, inicialmente os alunos apenas comprovavam o que foi verificado no livro, no plano final, os alunos elaboravam conclusões sobre conhecimentos novos para eles.

No plano inicial não foram apresentadas questões aos alunos; no plano final, todos os professores elaboraram questões com diferentes demandas cognitivas que visavam à exploração da atividade experimental.

Consideramos que os professores avançaram na elaboração de atividades experimentais de cunho investigativo, apesar de constatar que os planos de aula não alcançaram um nível mais elevado de construção do conhecimento, pois não apresentaram ao aluno um novo problema a ser resolvido, a partir de seu conhecimento.

Palavras-chave: habilidades cognitivas, experimentação em química, formação continuada.

Abstract

The purpose of this study was to investigate how chemistry teachers plan inquiry-based activities and pose questions to the students aiming to promote higher order thinking skills. An in-service course was offered to chemistry teachers of some public schools of Diadema, São Paulo. Eight meetings between this researcher and the teachers occurred; the teachers got background in developing inquiry laboratory activities, and planned three activities. These plans were analyzed according to some characteristics of inquiry lab activities, such as problem situation, pre-lab activities, post-lab activities, collecting, recording and analysis of data. The questions posed by the teachers were analyzed considering Zoller's classification of cognitive skills.

By comparing the initial plans with the last ones, some improvements could be verified. The first plan did not present a problem to be investigated by the students, the experimental results were not proposed to be discussed by the class; the experiment aimed to prove theories already taught. The final plan revealed an inquiry based approach, a problem is proposed to be investigated by students, and they were asked to make conclusions achieving new knowledge. While the initial plans presented no questions to explore the collected data, in the final plans the teachers posed questions of different levels of cognitive demand.

Although the lesson plans have not reached a higher level of inquiry elaboration, we consider that some of the teachers made remarkable progress in their proposals.

Key words: cognitive skills, experimental activities, continuing

Sumário

APRESENTAÇÃO	11
1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 O ensino de Ciências na perspectiva da construção do conhecimento e a formação de professores.....	20
2.2 A experimentação no Ensino de Química	32
2.3 Atividades experimentais investigativas	38
2.4 Planejamento das atividades experimentais e as interações discursivas em sala de aula	42
2.5 Nível cognitivo na formulação das questões propostas aos alunos	47
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	50
4. METODOLOGIA.....	57
4.1 Caracterização dos sujeitos	58
4.2 Estrutura do curso	59
4.3 Coleta de dados	59
4.4 Descrição dos encontros com os professores	60
4.4.1 Primeiro encontro: Concepções iniciais.....	60
4.4.2 Segundo encontro: Comparando modelos de atividades experimentais.....	62
4.4.3 Terceiro encontro: Exposição de uma atividade experimental investigativa - O que são questões que demandam habilidades cognitivas de alta ordem?	63
4.4.4 Quarto encontro: Vivenciar uma atividade experimental investigativa.....	64
4.4.5 Quinto encontro: Planejando uma aula que envolva uma atividade experimental	65
4.4.6 Sexto encontro: Analisando a classificação de questões quanto ao nível de cognição	66
4.4.7 Sétimo e Oitavo Encontros: Apresentação e Discussão do Plano de aula final.....	67
5. RESULTADOS E ANÁLISE	72
5.1 Concepções iniciais.....	72
5.2 Plano de aula inicial	77
5.3. Apresentação dos planos e análise.....	80
5.4 Discurso dos professores quanto ao papel das atividades experimentais investigativas.....	88

5.5 Demonstrações experimentais investigativas – entendimentos e visões do grupo de professores.....	92
5.6 Vivência de duas propostas de atividades experimentais – tradicional e investigativa.....	94
5.7 Planejamento de uma atividade experimental investigativa	96
5.8. Análise dos planos de aula “Ferrugem”	98
5.8.1 Análise das questões elaboradas pelos professores: Plano de aula Ferrugem.....	108
5.9 Análise dos Planos de Aula “Reatividade dos Metais”	112
5.9.1 Análise das questões elaboradas pelos professores: Plano de aula “Reatividade dos Metais”	125
5.10 Plano de aula final.....	129
5.11 Análise final dos planos de aula e as concepções dos professores	161
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES.....	178
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	185
ANEXOS	192

APRESENTAÇÃO

Com a perspectiva de procurar respostas sobre como o professor elabora planos de aula baseados em atividades experimentais de cunho investigativo, e, tendo em vista que o papel do professor durante as atividades é fundamental, elaborar uma proposta de formação continuada para professores de química, oferecendo espaço para que eles pudessem refletir trocar informações, pesquisar, elaborar planos de aula e principalmente, propor questões que contribuíssem para que o aluno possa desenvolver habilidades cognitivas de ordens mais altas.

O curso foi baseado em alguns pressupostos teóricos que acreditamos contribuir para que os professores possam refletir, levando-os a repensar suas práticas e concepções, considerando um planejamento que vise atingir tais objetivos.

Assim, o curso de formação continuada para professores do Ensino Médio, envolveu professores de química de algumas escolas da rede pública de ensino no município de Diadema.

A pesquisa procurou investigar como um grupo de professores de Química, em formação continuada, propõe atividades experimentais de natureza investigativa e proposição de questões tendo em vista o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordens mais altas, utilizando uma metodologia de pesquisa qualitativa.

Os instrumentos que foram utilizados para obtenção dos dados são as gravações em áudio e vídeo dos encontros, os registros de campo, as respostas aos questionários e os planos de aula organizados pelos professores. Focamos as análises nas sequências de aulas e nas questões apresentadas nos planos de aula que foi proposto por eles.

Para tanto, foram preparadas pela pesquisadora três categorias de análise:

- 1º - o nível cognitivo das questões apresentadas nos planos de aula;
- 2º - os níveis de concepção apresentados nos planos de aula;
- 3º - a análise do perfil do professor a partir de mapas conceituais.

No primeiro capítulo, apresenta-se uma introdução que aborda a formação continuada de professores e uma breve retrospectiva histórica até nossos dias,

apontando, principalmente, as necessidades formativas do professor de ciências e química.

No segundo capítulo, é apresentada a fundamentação teórica sobre o ensino de Ciências na perspectiva da construção do conhecimento e a formação de professores, em seguida são apresentadas algumas considerações a respeito da experimentação no ensino de química, baseados em atividades experimentais investigativas. Os itens seguintes abordam: questões referentes ao planejamento das aulas experimentais; as interações discursivas em sala de aula; e, finalmente, os níveis cognitivos das questões propostas aos alunos.

No terceiro capítulo, é expressa a revisão bibliográfica, indicando alguns trabalhos sobre atividades experimentais investigativas no contexto da sala de aula, bem como algumas ideias sobre a experimentação no ensino, que, do nosso ponto de vista, são importantes para esta pesquisa.

No quarto capítulo, a metodologia apresentada está baseada em uma investigação de natureza exploratória e descritiva para a categorização dos dados.

No quinto capítulo, os resultados e análise apresentam: as concepções iniciais dos professores sobre atividades experimentais; as dificuldades e facilidades no uso de experimentos em sala de aula; os planos com os temas - “Transformação química”, “Ferrugem”, “Reatividade dos Metais” e “Metais”. Na análise final, as concepções que os professores apresentam, foram consideradas a partir do planejamento inicial e final, além de seus discursos iniciais e finais.

No sexto capítulo, as considerações finais mostram a síntese das ações desenvolvidas durante o curso de formação continuada.

1. INTRODUÇÃO

A formação continuada de professores de Química, bem como as práticas pedagógicas por eles desenvolvidas, tem sido objeto de estudos por parte de muitos pesquisadores, e têm apontado preocupações com os rumos que essa formação vem tomando. O papel do professor na sociedade vem mudando e outras prioridades formativas parecem se configurar, atualmente.

De acordo com Nóvoa (1999), durante o século XIX existia a crença de que a escola tinha o potencial de tomar para si não só a educação, mas outras questões advindas dos vários segmentos da sociedade, entendendo que o professor era protagonista e agente de progresso. Outro fator relevante diz respeito às mudanças demográficas e sociais que foram ocorrendo, sendo que na área do ensino não aconteceram alterações significativas para acompanhar tais mudanças.

Nóvoa (2002) aponta que na conjuntura atual é complexo ser professor, se compararmos com 70 anos atrás, pois a sociedade, por vezes, tem dificuldade em saber para que ela quer a escola e quais devem ser os seus objetivos. Essa incerteza transforma o professor em um profissional que vive numa situação ambígua pela complexidade do seu trabalho, se comparado com o passado.

O autor assinala que devem ser valorizadas duas competências docentes: uma é a competência de organização, isto é, o professor deve ser o organizador da aprendizagem contemporânea, conectado aos meios de comunicação; a outra diz respeito à compreensão do conhecimento, sabendo reorganizá-lo, isto é, saber reelaborar e transpor o conteúdo para uma situação didática na sala de aula.

Segundo o autor, embora tenha havido avanços na formação atual, ainda há necessidades formativas:

Creio que houve, obviamente, avanços enormes na formação dos professores nos últimos anos, mas houve também grandes contradições. E a contradição principal que eu sinto é que se avançou muito do ponto de vista da análise teórica, se avançou muito do ponto de vista da reflexão, mas se avançou relativamente pouco das práticas da formação de professores, da criação e da consolidação de dispositivos novos e consistentes de formação de professores. E essa decalagem entre o

discurso teórico e a prática concreta da formação de professores é preciso ultrapassá-la e ultrapassá-la rapidamente (NÓVOA, 2002, p. 23).

A formação de professores, segundo Nóvoa (2001/2002), está fortemente relacionada ao trabalho coletivo na escola, já que a formação pessoal e a experiência profissional devem ocorrer em serviço. Para o autor, a formação de professores é sempre um exercício de ouvir e falar, de forma que ouvir os outros, com novos conhecimentos e outras experiências e, especialmente, ouvir os colegas, sejam eles mais novos ou mais experientes, favorece esse processo de formação.

O aprender contínuo é essencial e se concentra em dois pilares: a própria pessoa, como agente, e a escola, como lugar de crescimento profissional permanente (NÓVOA, 2002, p. 23).

Segundo Sacristán (1999), as mudanças educativas são entendidas como uma transformação no plano das idéias e práticas, não são inesperadas e lineares, e nem se iniciam do zero, uma vez que se baseiam em conhecimentos anteriores. Dessa maneira, as mudanças acontecem em um processo "em andamento". As ações de formação continuada, segundo Sacristán, têm de incidir nos contextos em que a prática se desenvolve.

A formação contínua de professores deve por em causa as bases da profissionalidade docente, não limitando-se a uma reciclagem a nível dos conteúdos ou das destrezas (SACRISTÁN, 1999, p. 77).

A reformulação do ensino médio no Brasil, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996), regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), busca atender à necessidade de atualização da educação brasileira, tanto no sentido de procurar promover uma democratização social e cultural mais efetiva, pela ampliação da parcela de jovens no Brasil que completa a educação básica, como para responder aos desafios impostos pelos processos globais, que têm excluído da vida econômica os trabalhadores não qualificados, que, de maneira geral, não tem acesso a uma formação adequada, exigida por todos os partícipes do sistema de produção e de serviços (BRASIL, 2002).

As diretrizes curriculares apontadas nos documentos oficiais e propostas pela legislação vigente (LDB, PCN, PCN+) para o ensino médio no país dão ênfase à formação do jovem, tanto no que se refere ao desenvolvimento pessoal, quanto para o trabalho e para o prosseguimento dos estudos. Tal direcionamento se reflete na formação do professor, uma vez que esses três objetivos requerem o desenvolvimento de novas competências profissionais.

A formação continuada de professores, entretanto, parece não estar respondendo a essas demandas, se o parâmetro for o desempenho dos estudantes nas avaliações externas, como ENEM¹ e PISA².

Alguns aspectos são considerados essenciais na formação do professor, como sólida base científica, conhecimento adequado e em profundidade do conteúdo que se deseja ensinar. Também, é esperado que o professor tenha conhecimento pedagógico para que possa tornar suas aulas ativas e participativas, e que saiba utilizar diversas estratégias didáticas com o objetivo de que seus alunos alcancem uma adequada alfabetização científica ao final da educação básica.

No que diz respeito à disciplina de Química, no ensino médio, os PCNs (BRASIL, 1999) apontam como objetivos o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes para que possam, dentre outros aspectos, “compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação na sociedade”, se apropriando, desta maneira, dos conhecimentos da área das Ciências da Natureza, e “aplicar esse conhecimento para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural” (BRASIL, 1999 p.20).

Com essa perspectiva, o Ensino de Química deve permitir ao estudante a compreensão dos processos químicos que ocorrem no mundo físico, com implicações ambientais, sociais, políticas, econômicas e aplicações tecnológicas. O conhecimento da Química deve contribuir para que o estudante seja capaz de julgar, fundamentado também em conhecimentos científicos, e tomar suas

¹ ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio.

² PISA - Programa Internacional de Avaliação de Alunos

próprias decisões, enquanto indivíduo e membro de um grupo social (BRASIL, 1999).

Dessa maneira, o professor deveria ter conhecimentos que lhe permitissem propor atividades de ensino que promovessem o desenvolvimento de habilidades cognitivas, permitindo aos estudantes resolver problemas com autonomia e exercer plenamente sua cidadania, de forma consciente, valorizando o conhecimento, possibilitando conquistar melhores condições de vida para si próprias, sua família e sua comunidade (MACHADO, 2000; ZOLLER, 1993).

Entretanto, como apontam Carvalho e Gil-Pérez (1993), se for solicitado ao professor para que ele exponha a sua opinião sobre “o que o professor de Ciências deveria conhecer em um sentido mais amplo de “saber” e saber fazer – para desempenhar sua tarefa de ensinar e abordar de forma satisfatória os problemas propostos relativos à aprendizagem”, as respostas são, em geral, bastante pobres.

Assim, entende-se que são muitas as necessidades formativas do professor de ciências. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (1993), deveria ser esperado que fosse capaz de:

- romper com visões simplistas de ensino-aprendizagem;
- conhecer o objetivo de ensino tendo a convicção da sua importância e seu valor para os alunos e a sociedade em geral;
- questionar as idéias de “senso comum” desenvolvendo o hábito da reflexão consciente e crítica;
- adquirir conhecimentos teóricos sobre o processo de aprendizagem das ciências;
- analisar sua prática;
- elaborar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva;
- propor situações problema relacionadas tanto com os conteúdos de interesse do aluno como da sociedade;
- mediar e orientar o trabalho dos alunos;
- desenvolver e aplicar diferentes instrumentos para avaliar os processos de ensino e de aprendizagem;

- auto-avaliar; adquirir a formação necessária para associar ensino e pesquisa didática; trabalhar em equipe.

Porlán et al. (1998) sistematizaram um conjunto de concepções sobre o conhecimento profissional dos professores, tais como: sociais, práticas, crenças, doutrinas e argumentos científicos. Perceberam, dentre outros aspectos, que, quando o professor compara o conhecimento científico com o cotidiano, são esquecidas as particularidades epistemológicas das ciências, dos conhecimentos técnicos e dos saberes profissionais.

Assim, pode-se conjecturar que o professor, ao planejar suas aulas, apresenta uma certa dificuldade em tratar temas ligados ao cotidiano considerando não apenas o conhecimento específico, mas também, os aspectos relacionados ao fazer científico.

Por outro lado, especialistas têm apontado que as atividades experimentais têm se mostrado uma importante ferramenta para a aprendizagem dos alunos. Entretanto, seu uso tem sido criticado (HODSON, 1994; ZANON; SILVA, 2000; CARRASCOSA et al., 2006), pois, muitas vezes, a atividade limita-se à reprodução da teoria apresentada em sala de aula, cabendo aos alunos executar um roteiro pré-estabelecido, o que contribui pouco para a formação de conceitos e na construção de uma visão mais palpável da atividade científica.

Segundo Zanon e Silva (2000), os professores do ensino médio consideram a experimentação como fundamental para melhorar o ensino. No entanto, eles se queixam da falta de condições e materiais para tal, além de turmas grandes e carga horária reduzida e, quando aplicam atividades experimentais falta clareza sobre a função destas na aprendizagem de conceitos.

Dessa maneira, devem-se repensar as práticas pedagógicas no Ensino de Química, para que possam favorecer a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de competências que permitam aos estudantes uma participação efetiva na sociedade.

Isso posto, considera-se que esta pesquisa se justifica por tentar compreender alguns aspectos das práticas pedagógicas de professores de Química com relação às atividades experimentais.

Objetivo e Hipótese

Nesta pesquisa investigou-se como um grupo de professores de Química reflete e propõe atividades experimentais de caráter investigativo e, também, como elabora questões que demandem habilidades cognitivas de ordem mais altas, quando são proporcionadas situações para reflexões envolvendo estes contextos.

Partimos da hipótese de que os professores, ao ampliarem seus conhecimentos sobre atividades experimentais de caráter investigativo e refletirem sobre suas possibilidades no ensino, consegue elaborar questões aos estudantes que demandem habilidades cognitivas de ordem mais altas, em comparação com as questões que estes professores elaboram em atividades experimentais tradicionais.

Justificativa

A escolha de desenvolver este estudo por meio de atividades de formação continuada se deve às razões apontadas por Schnetzler (2002) quais seja a possibilidade de aprimoramento profissional do professor, a aproximação com as pesquisas no Ensino de Ciências e a oportunidade de superação de algumas carências decorrentes da formação inicial.

É importante ressaltar que a experimentação pode ser parte importante na compreensão dos conceitos de química pelos estudantes, constituindo-se em uma ferramenta importante no desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Quando o professor propõe atividades experimentais investigativas, utiliza questões dirigidas aos estudantes e media o processo de busca de respostas, permite que desenvolvam habilidades e competências relativas ao conhecimento científico, como observar fatos e fenômenos a sua volta, testar suas idéias, estabelecer relações causais, entre outros.

Elementos constitutivos da pesquisa

Os dados dessa pesquisa foram coletados por meio de um curso de formação continuada para professores que buscavam conhecer estratégias de ensino referente a atividades experimentais. Os professores puderam vivenciar diferentes tipos de experimentos e, ao longo do curso, propor planos de aula contendo atividades experimentais de caráter investigativo. Para subsidiar esses planejamentos, foi proposta a discussão das etapas que compõem as atividades experimentais investigativas como:

- 1- Problematização: deve conter um problema a ser resolvido, deve ser relevante e estar contextualizado com o cotidiano do estudante;
- 2- Pré-laboratório: deve conter questões elaboradas aos estudantes que propicie a pesquisa para responder ao problema proposto, além de evocação dos conhecimentos a respeito do tema químico envolvido na problematização;
- 3- Condução da atividade no laboratório: o professor suscita por meio de reflexões, por parte do estudante, sobre o experimento, que propiciem o exercício de analisar os dados obtidos, perceber mudanças ocorridas, comparar, estabelecer relações, elaborar conclusões;
- 4- Pós-laboratório: o professor apresenta, juntamente com o aluno, a sistematização das questões formuladas de maneira que se estabeleçam conclusões consensuais.

Os dados foram obtidos por meio de:

- questionários, folhas de trabalhos e planos elaborados;
- gravações dos encontros, uma vez que se estabeleceram trocas dialógicas entre os participantes;
- registro de campo dos encontros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O ensino de Ciências na perspectiva da construção do conhecimento e a formação de professores

O ensino de Ciências deve fazer sentido para o estudante subsidiando-o, não apenas para a compreensão do mundo físico, mas também para distinguir seu papel como participante de decisões individuais e coletivas. Para isso, é necessário que os professores reconheçam que, além de definições e conceitos, estão também ensinando procedimentos, atitudes, valores (WEISSMANN, 1998).

Vários autores (ZANON, 2005; DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; VILLANI; FREITAS, 1998; GIL; VILCHES, 2006) apontam que o ensino de Ciências deve favorecer, além da construção de conteúdo conceitual (conceitos e fatos), o desenvolvimento no aluno de atitudes científicas, habilidades e competências que só podem ser conseguidas através de uma orientação adequada e consciente.

Quando os professores estão discutindo teorias de ensino, em formação continuada, estão abertos a novas tendências e mostram-se receptivos às mudanças de suas práticas e teorias. No entanto, uma parcela desses professores, quando retornam para sala de aula, tendem a retroceder, atuando com as suas crenças antigas. As teorias discutidas na formação continuada, que deveriam servir de base para preparar suas aulas, levando o aluno a refletir, construir o próprio conhecimento, não são levadas em conta e eles acabam transmitindo o conteúdo da maneira como sempre o fizeram (CARVALHO; GONÇALVES, 2000).

Porlán e seus colaboradores (PORLÁN, 1993; MARTÍN DEL POZO, 1995; PORLÁN et al., 1997, 1998) vêm realizando estudos sobre a formação de professores. Em suas pesquisas, levantaram muitas concepções sobre aprendizagem e ensino, o que pode ser útil na interpretação da realidade e no estabelecimento de perspectivas a serem seguidas. Consideram que essas concepções podem ser empecilhos para se adotarem novas possibilidades e ações.

Porlán et al. (1997) defendem um modelo didático baseado na investigação em sala de aula, que consiste na apresentação de problemas relevantes aos

estudantes. Os argumentos teóricos que fundamentam esse modelo foram resumidos em três perspectivas:

- a) *A perspectiva construtivista*, baseado no pressuposto que professores e alunos possuem um conjunto de concepções sobre o meio em geral e sobre o meio escolar em particular. Estas concepções são ao mesmo tempo “*ferramentas*”, para interpretar a realidade e conduzir-se através dela, e “*barreiras*”, que impedem a adoção de diferentes olhares e ações.

A interação de concepções e atitudes associadas a elas com outras ideias e experiências situadas na zona de desenvolvimento potencial dos sujeitos pode levar a um processo de reconstrução de significados. As mudanças podem afetar de maneira reduzida ou ampla o conhecimento pessoal, dependendo da quantidade de concepções implicadas e da qualidade das mesmas (PORLÁN et al., 1997).

- b) *A perspectiva sistêmica e complexa*, segundo a qual as ideias, assim como a realidade, inclusive a escolar, podem ser consideradas como um conjunto de sistemas em evolução. Esses sistemas podem ser descritos e analisados considerando os elementos constitutivos, o conjunto de interações de todo o tipo que se estabelecem entre eles, as mudanças experimentadas através do tempo. Assim, as concepções dos alunos e dos professores são consideradas como sistemas de ideias em evolução.

Os autores entendem o modelo didático de investigação em sala de aula como um processo orientado de construção de significados progressivamente mais complexos acerca da realidade (no caso do professor, também a realidade escolar). Esse caráter orientado implica que o professor e o formador de professores terão de dispor de informações rigorosas acerca das concepções dos sujeitos.

Essas considerações são importantes nesta pesquisa, uma vez que se procurou modelo didático de investigação em sala de aula.

Assim, ao propormos uma ação de formação continuada, baseados na idéia de que o professor iria progressivamente atribuir significados às atividades experimentais de natureza investigativa, consideramos a necessidade de conhecer as concepções dos professores e de proporcionar momentos de reflexão para tornar claras aos professores suas próprias ideias.

- c) *A perspectiva crítica*, segundo a qual, as ideias e as condutas das pessoas não são neutras. Assim, a transição do mais simples ao mais complexo (postulada pelos autores) não garante, por si só, a consecução dos fins formativos em professores e alunos.

Dessa maneira, os autores consideram que a construção de significados mais complexos para os fenômenos da realidade é uma condição necessária, porém não suficiente para desenvolver valores nos estudantes, tais como cooperação, respeito pela diversidade, participação etc.

Considerando essas três perspectivas, Porlán et al. (1997) concebem o modelo de investigação em sala de aula como “um processo orientado de construção de significados de progressiva complexidade que favoreçam, entre outros aspectos, o espírito crítico, a autonomia, o respeito, a diversidade, a cooperação e a ação transformadora por uma sociedade mais justa e mais harmônica com a natureza” (PORLÁN et al., 1997, tradução nossa).

Com esse marco referencial, os autores procuraram caracterizar uma teoria de conhecimento profissional dos professores. Para tanto, procuram responder qual é a estrutura e a dinâmica desse conhecimento.

Partem do princípio que o “conhecimento profissional pode ser o resultado da justaposição de quatro tipos de saberes de natureza diferente, gerados em momentos e contextos nem sempre coincidentes, que se mantêm relativamente isolados uns dos outros na memória dos sujeitos e que se manifestam em distintos tipos de situações profissionais e pré-profissionais” (PORLÁN et al., 1997, tradução nossa). Esses componentes podem ser classificados de acordo com duas dimensões:

- epistemológica, que se organiza em torno da dicotomia racional experiencial;

- psicológica, que se organiza por sua vez em torno da dicotomia explícito-tácito, conforme é mostrado na Figura 1 (PORLÁN et al., 1997, p. 158).

	Nível explícito	Nível tácito
Nível Racional	Saber acadêmico	Teorias implícitas
Nível Experiencial	Crenças e princípios de atuação	Rotinas e guias de ações

Figura 1 - Dimensões e componentes do conhecimento profissional, segundo Porlán et al. (op. cit.).

Os saberes mencionados são assim explicitados:

- 1- Saberes acadêmicos – conjunto de concepções disciplinares relativos aos saberes dos conteúdos específicos, às ciências da educação (saberes psicológicos, pedagógicos e didáticos) e aos saberes epistemológicos, relativos a diversos tipos de conhecimentos e suas relações com a realidade;
- 2- Saberes baseados na experiência - um conjunto de ideias que os professores desenvolvem durante o exercício da profissão sobre diferentes aspectos do processo de ensino e aprendizagem, como a aprendizagem dos alunos, a metodologia, a natureza dos conteúdos, o papel do planejamento e da avaliação;
- 3- As rotinas e os guias de ação - um conjunto de esquemas tácitos que predizem o curso imediato das iniciativas do professor em sala de aula. São conhecimentos mobilizados em atividades cotidianas que ocorrem com frequência. Constituem saberes bem específicos e são mais resistentes às mudanças;
- 4- Teorias implícitas - referem-se mais a um “não saber” que a “um saber”, pois são consideradas teorias que podem explicar os porquês das crenças e das ações dos professores a partir de elementos externos.

Os autores apontam que frente a esses saberes, se manifestam tendências-obstáculos que estão presentes em cada um de nós, em maior ou menor grau, da seguinte forma:

- a) *Tendência à fragmentação e dissociação entre a teoria e a ação e entre o explícito e o tácito.* Atua de acordo com as rotinas não fundamentadas

e pouco refletidas, se desenvolvem princípios e crenças de acordo com as aparentes evidências empíricas que envolvem a experiência, a teoria é pouco valorizada, não aceitando o academicismo racionalista e ignorando os modelos explicativos da conduta profissional;

- b) *Tendência à simplificação e ao reducionismo.* A fragmentação do conhecimento profissional favorece uma visão superficial dos processos de ensino-aprendizagem que impede reconhecer as variáveis mais ocultas (concepções e obstáculos dos alunos, estrutura de poder na aula, conduta adaptativa dos alunos etc.) e tem como consequência uma análise simplista em relação aos problemas, à tomada de decisão e à intervenção profissional;
- c) *Tendência à conservação-adaptativa e recusa a evolução-construtiva.* A visão simplista dos processos de ensino-aprendizagem provoca e é provocada pela atitude de conservação de princípios e rotinas de ação tradicionais (avaliação para medir a aprendizagem, ênfase em conteúdos etc.). Essa atitude conservadora é incompatível com os processos de questionamento, tomada de consciência e construção de conhecimentos e de ações progressivamente mais complexas do processo educativo.
- d) *Tendência à uniformidade e rejeição à diversidade.* Considera todos os anteriores, a fragmentação dos saberes, a visão simplista e o imobilismo, tem como consequência que as crenças e rotinas relacionadas com a ação tendem à uniformidade individual e coletiva, o que provoca a hegemonia de certas concepções profissionais e certos modelos didáticos frente a outros, o que por sua vez, realimenta as tendências anteriores.

Um novo conhecimento profissional coerente com três perspectivas teóricas (construtivismo, complexidade e teoria crítica) e com a ideia de um professor investigador, como princípio organizador do modelo do desenvolvimento profissional, é proposto pelos autores. As características desse conhecimento são:

- a) um conhecimento prático, não é um conhecimento acadêmico, embora leve em consideração as contribuições de diversas disciplinas.

Tampouco é um conhecimento empírico, embora se baseie na experiência e pretende incidir nela. É um conhecimento epistemologicamente diferenciado, mediador entre as teorias formalizadas e a ação profissional, herdeiro do conceito de práxis e que se pretende uma ação profissional fundamentada (PORLÁN et al., 1997, figura 2);

- b) um conhecimento integrador e *profissionalizado*. Não se organiza atendendo uma lógica disciplinar e nem é resultado de mera acumulação de experiências. Organiza-se em torno dos problemas relevantes para a prática profissional (finalidades educativas, hipóteses sobre o conhecimento escolar, hipóteses sobre sua construção pelos alunos etc.).
- c) um conhecimento complexo. Não é um conjunto de técnicas didáticas rigorosas que tratam de regular e orientar situações escolares mais ou menos padronizadas, ou um conjunto de regras artesanais elaboradas na base da experiência. O novo conhecimento profissional reconhece a complexidade e singularidades dos sistemas de ensino-aprendizagem institucionalizados e dos processos de integração de saberes, conforme é mostrado na figura 3 (PORLÁN et al., 1997);
- d) um conhecimento tentativo, evolutivo e processual. Parte das concepções e das ações dos sujeitos, ressaltando aquelas concepções-obstáculos que supõem uma “barreira” para o desenvolvimento profissional que, através de processos de investigação de problemas, experimentação, construção e reestruturação de significados, evoluem e progridem, individual e coletivamente, desde posições simplistas, acabadas, fragmentadas, dependentes e acríticas, até posições mais complexas, relativas, integradoras, autônomas e críticas.

Figura 2 – O conhecimento prático como mediador entre teoria e ação, segundo Porlán et al. (op. cit.)

Figura 3 – A interação e integração de saberes, segundo Porlán et al. (op. cit.)

Os autores concluem que o conteúdo do novo conhecimento profissional pode ser formulado em diferentes níveis de progressiva complexidade, como hipótese de progressão profissional.

Sob este aspecto, consideramos que o professor tem conhecimentos sobre a Ciência e, portanto, uma visão sobre a Ciência, que acaba por ser transmitida para os alunos.

Gil-Pérez et al. (2001) discutiram as possíveis deformações sobre a natureza da ciência que podem ou poderiam ser transmitidos pelos professores, questionando as concepções e práticas assumidas por eles.

Os autores apontam sete deformações mais comuns sobre a ciência. O quadro 1 resume as ideias principais referentes a cada uma delas. Essas ideias foram compiladas pelos autores a partir de artigos apresentados em periódicos da área³.

Gil-Pérez et al., (2001) advertem que estas distorções não são espécies de “sete pecados mortais” distintas e autônomas, mas que se sustentam reciprocamente, constituindo em um quadro conceitual relativamente integrado.

³ Science Education, International Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching; Enseñanza de las Ciencias, International Handbook of Science Education - editado por Fraser e Tobin (1998) e numa recompilação de McComas (1998) com o título The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies.

Visões	Concepções
Empírico indutivista e ateórica	Destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação, esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo.
Rígida (algorítmica, exata, infalível)	Apresenta-se o “método científico” como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente. Por outro lado, destaca-se o que se supõe ser um tratamento quantitativo, controle rigoroso etc., esquecendo ou, inclusive, recusando tudo o que se refere à criatividade, ao caráter tentativo, à dúvida. Evidencia a avaliação.
Aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada)	Transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem.
Exclusivamente analítica	Destaca a necessária divisão em parcelas dos estudos, o seu caráter limitado, simplificador. Porém, esquece os esforços posteriores de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos, ou o tratamento de “problemas-ponte” entre diferentes campos de conhecimento que podem chegar a unificar-se, como já se verificou tantas vezes e que a História da Ciência evidencia.
Acumulativa de crescimento linear	O desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo (IZQUIERDO, SANMARTÍ; ESPINET ⁴ , 1999 apud GIL-PÉREZ et al., 2001), que ignora as crises e as remodelações profundas (PRAIA ⁵ , 1995 apud GIL-PÉREZ et al., 2001), fruto de processos complexos que não se desejam e deixam moldar por nenhum modelo (pré)definido de mudança científica (GIERE ⁶ , 1988 apud GIL-PÉREZ et al., 2001; ESTANY ⁷ , 1990 apud GIL-PÉREZ et al., 2001).
Individualista e elitista	Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes. Em particular faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria.
Socialmente neutra da ciência (imagem descontextualizada)	Esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “ <i>acima do bem e do mal</i> ”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções.

Quadro 1 – Distorções conceituais dos atributos dos professores, segundo GIL-PÉREZ et al. (op. cit.).

Cabe assinalar que a imagem da ciência que os professores possuem está muito próxima do considerado “senso comum” e distante das concepções atuais sobre a natureza da ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001). Os autores admitem haver aspectos essenciais referentes à natureza do trabalho científico sobre os quais há um consenso, procurando, então, configurar uma imagem da ciência radicalmente

⁴ IZQUIERDO, SANMARTÍ y ESPINET. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

⁵ PRAIA, J. **Formação de Professores no Ensino de Geologia: contributos para uma Didáctica fundamentada na epistemologia das ciências. O caso da Deriva Continental**. Tese de doutorado. Universidade de Aveiro, Aveiro, 1995.

⁶ GIREE, R. N. **Explaining Science. A cognitive approach**. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.

⁷ ESTANY, A. **Modelos de cambio científico**. Barcelona: Editorial Critica, 1990.

oposta à das visões deformadas estudadas, partindo de elementos-chave, sintetizados em cinco pontos:

- 1- *Recusa das ideias de “Método Científico”,* considerado como um conjunto de regras corretamente definidas a serem aplicadas de uma forma mecânica e independentemente do domínio investigado.
- 2- *Recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de “dados puros”,* sem considerar: as incertezas baseadas em evidências, tentativas de respostas a serem postas à prova, elaboração de hipóteses para serem aceitas ou refutadas na tentativa de explicações partindo dos conhecimentos científicos.
- 3- *Destaque ao papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente,* que se consolida em aspectos fundamentais que são relegados nas concepções empírico-indutivas, como o de elaborar hipóteses e procedimentos experimentais. As evidências experimentais são importantes, mas não devem ser o foco do raciocínio científico. Este deve ser guiado pelas hipóteses, como uma tentativa de se responder ao problema em estudo.
- 4- *Procura pela coerência global* (CHALMERS⁸, 1992 apud GIL-PÉREZ et al., 2001). Quando se trabalha com hipóteses, deve-se rigorosamente duvidar dos resultados obtidos, o que leva a busca de revisões sistemáticas na tentativa de obter as mesmas respostas a partir de diferentes caminhos.
- 5- *Compreensão do caráter social do desenvolvimento científico,* que se evidencia não somente pelo fato de que um paradigma vigente é a síntese das contribuições de gerações de investigadores, mas também pela investigação que busca cada vez mais dar respostas a estruturas institucionalizadas, que estabelecem linhas de pesquisa para o trabalho, realizadas geralmente em equipes.

⁸ CHALMERS, A. F. *La ciência y como se elabora*. Madrid: Siglo XXI, 1992.

Os autores consideram que a metodologia da ciência que esses pontos de consenso configuram está longe daquela estabelecida pelas visões deformadas por eles citadas, que se manifestam por um método científico, rígido e algorítmico.

Quando se considera os saberes de um professor de ciências, deve-se levar em conta, também, suas visões sobre a natureza das ciências, pois tais visões poderão refletir não apenas na sua maneira de entender os conhecimentos específicos de área científica na qual foi formado, mas também em suas práticas docentes. Assim, em ações de formação continuada, o formador deve estar atento às concepções sobre a natureza da ciência dos professores e propor reflexões a esse respeito.

Ghedin (2002) parte do pressuposto que a técnica de ensino por si mesma traz um processo de alienação imposto pelos meios de produção. Para que a formação seja de caráter reflexivo, o autor considera que deva ser feito um movimento em três direções, que compreendem:

- a) do prático-reflexivo para uma epistemologia da práxis, que considera que os conhecimentos advêm de ações carregadas da teoria que as fundamentam. Portanto, o autor contesta o tecnicismo na formação de professores, por impor a razão técnica e um modelo epistemológico de conhecimento prático que negligencia o papel da interpretação teórica na compreensão da realidade e na prática formativa do docente. O autor considera que é preciso transpor o modelo prático-reflexivo para uma prática dialética que compreenda as razões de sua ação social.
- b) da epistemologia da prática à autonomia emancipadora da crítica. O autor considera que a reflexão crítica decorre da participação que envolve o contexto social e político, ultrapassando o espaço restrito da sala de aula.
- c) da epistemologia da prática docente à prática da epistemologia crítica, entendendo que o trabalho do professor como profissional se dá em um dado contexto histórico.

Partindo desse pressuposto, Ghedin (2002) considera que um processo de reflexão crítica permitiria aos professores avançar num processo de transformação da prática pedagógica mediante sua própria transformação como

intelectuais críticos. Para tal, o autor aponta que os professores deveriam tomar consciência dos valores e dos significados ideológicos implícitos nas atuações docentes e nas instituições. Além disso, aponta que as experiências e o conhecimento não são homogêneos nem idênticos e que o caminho percorrido pela reflexão é a direção que possibilita, diante de todos os limites, um rompimento radical com os mesmos.

Segundo o autor, os professores tendem a limitar suas ações e reflexões à sala de aula, não transcendendo os limites que esta parece impor ao seu trabalho. Assim, aponta a necessidade de superação dessa visão essencialmente técnica pela problematização de visões sobre a prática docente e o papel do professor na educação escolar, o que exige uma análise do sentido político, cultural e econômico da escola.

Portanto, consideramos que se faz necessária em processos de formação continuada a criação de oportunidades que propiciem os movimentos propostos por Ghedin (2002), de maneira a que o professor reflita sobre seus conhecimentos, seus fazeres, no contexto da sala de aula e no ambiente escolar como um todo.

Nesta pesquisa, foram criados alguns espaços para reflexão dos professores numa proposta de ação de formação continuada. Embora considerássemos importantes os três movimentos apontados por Ghedin, a reflexão dos professores foi relativa, pois eles, ainda não fazem uma reflexão sobre a sua prática, a não ser, que o processo de formação continuada se estendesse por um tempo maior.

Deve-se levar em conta que as relações dos professores com os conhecimentos não são estritamente cognitivas e sim mediadas pelo trabalho que lhes fornece princípios para enfrentar e solucionar situações cotidianas. O saber mobilizado na prática docente, segundo Tardif (2000), é formado por diferentes saberes: os oriundos da formação profissional, os saberes disciplinares, os curriculares e os experienciais. Os dois primeiros se referem a conhecimentos apropriados pelos professores durante sua formação acadêmica, quer sejam de caráter pedagógico quer de caráter essencialmente disciplinar, do campo de conhecimento específico; os saberes curriculares, que dizem respeito aos conteúdos e métodos escolares, são construídos ao longo da carreira docente.

Os saberes experienciais são provenientes do exercício da profissão: os professores desenvolvem saberes específicos baseados em seu trabalho cotidiano e no conhecimento de seu meio. São saberes práticos que representam a “cultura docente em ação” (Tardif, 2000, p. 49), pois é com eles que o professor compreende e orienta sua prática cotidiana. Segundo Tardif,

...para os professores os saberes adquiridos através da experiência profissional constituem os fundamentos de sua competência. É a partir deles, que os professores julgam sua formação anterior ou sua formação ao longo da carreira e igualmente a partir deles, julgam a pertinência ou o realismo das reformas introduzidas nos programas ou nos métodos (TARDIF, 2000, p. 48).

Tardif (2000) assinala que os saberes relativos à formação profissional não são controlados pelos professores, pois as decisões cabem às instituições formadoras. Assim, as articulações entre a prática docente e esses saberes podem submeter tal prática a conhecimentos não controlados por ela. Em última análise, os professores podem, simplesmente, dissociar sua prática e esses saberes.

Nesse sentido, podemos entender algumas das resistências que os docentes apresentam em conceber práticas fundamentadas em teorias educacionais. Por outro lado, os professores nem sempre rejeitam os saberes não advindos de suas práticas, mas os incorporam adaptando-os ao seu próprio discurso.

A formação continuada não pode ser planejada como um conjunto de conhecimentos pré-estabelecidos, que o professor deva adquirir para melhorar sua prática docente, correndo o risco de não atingir seus objetivos formativos ou, simplesmente, não ser aceita pelos professores. Consideramos que o docente deva atuar em sua própria formação, em parceria com seus colegas e com o formador, em um ambiente favorável para a discussão, dentre outros aspectos, da formação individual e coletiva, tendo a prática como objeto de análise, de modo que as teorias que apóiam tais práticas possam ser exploradas e apropriadas pelos professores.

Atualmente, há um espaço que poderia ser utilizado para tal formação na escola que é o HTPC (Hora de Trabalho Pedagógico Coletivo), em que a disponibilidade para trabalhos coletivos é de no máximo 3 horas. Entretanto neste horário muitas outras atividades são desenvolvidas, como por exemplo

atendimento aos alunos e pais, questões e administrativas dentre outras atividades, e, geralmente a formação continuada pode ficar para um segundo plano.

No contexto da formação continuada desenvolvida neste trabalho, tomou-se como princípio a participação efetiva dos professores, discutindo suas próprias ações, refletindo sobre elas e a de seus pares, se apropriando, nesse movimento, de suportes teóricos que julgassem relevantes, tendo em vista a elaboração de planos de aula mais condizentes com a realidade dos seus estudantes.

É importante ressaltar que quando o objetivo é subsidiar os alunos no entendimento dos conceitos estudados, o professor deve estar atento para promover o envolvimento cognitivo destes alunos a partir, por exemplo, de problemas desafiadores e, formular questões que demandem habilidades cognitivas de ordens mais altas ao questioná-los.

2.2 A experimentação no Ensino de Química

Segundo os PCN+ para o Ensino Médio (BRASIL, 2002), a Química deve ser valorizada, enquanto instrumento cultural essencial na educação humana, como forma de interpretar o mundo físico e da ação responsável no mundo real. Além disso, o ensino de Química se contrapõe àquele pautado na memorização de informações, nomes, fórmulas e os conhecimentos apresentados de forma fragmentada, desconectados da realidade dos estudantes. Ainda, segundo os PCN+, os conhecimentos de Química devem ser tais que permitam aos estudantes compreender as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada para que, desta forma, possam julgar com fundamentos as informações advindas dos meios cultural, da mídia e da própria escola, enquanto indivíduos e cidadãos, para que se tornem autônomos e possam tomar decisões de forma racional e consciente.

É importante salientar que o estudo da Química requer o uso constante de modelos muito bem elaborados. Assim, a disciplina Química deve ser estruturada sobre o tripé: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos.

Os documentos apontam, também, que o ensino da Química deve ser feito em espiral, ou seja: um determinado conteúdo é abordado em diferentes níveis conceituais, cada vez mais complexos, à medida que o estudante avança no conhecimento de fenômenos e de suas interpretações.

Para inúmeros educadores, as atividades experimentais são um dos aspectos chave no processo de ensino e aprendizagem das ciências e, conseqüentemente, a investigação sobre este tema constitui uma das linhas mais importantes na didática das Ciências (CARRASCOSA et al., 2006).

As atividades laboratoriais têm sido apontadas por diversos autores (HOFSTEIN; LUNETTA, 1982; HODSON, 1993; HOFSTEIN, 2004) como tendo um papel central no currículo da ciência. Os pesquisadores afirmam que as aulas experimentais contribuem na melhoria do desempenho dos estudantes quando estes têm oportunidade de manipular materiais e equipamentos no ambiente de laboratório, podendo desta forma, construir seu conhecimento a partir dos fenômenos estudados observando as evidências, confrontando os dados obtidos, oferecendo oportunidades para adquirir o conhecimento das ciências (HOFSTEIN; MAMLOK-NAAMAN, 2007).

Hodson (1988) não é o único autor que se destina a realizar críticas referentes à maneira como os currículos são desenvolvidos e também à atuação dos professores durante as aulas experimentais. González (1992) realiza uma discussão semelhante, criticando a forma com que muitos professores utilizam as atividades experimentais. Sua preocupação é com relação às atividades do tipo ilustração e verificação. O autor descreve que os resultados provenientes desse tipo de atividade são bastante contraditórios e, em casos comprovados, os avanços são muito reduzidos. Estes autores relatam que as atividades de laboratório são realizadas nas escolas como trabalhos experimentais rotineiros, sem conteúdo ou carentes de aspectos substancialmente científicos da Ciência. Com base nessas considerações, alguns aspectos são apontados como importantes para que as atividades experimentais tenham um significado efetivo no ensino, como, por exemplo, a apresentação de problemas aos estudantes. Ocorre que uma parcela de professores acredita ainda ser mais importante a aprendizagem de técnicas de ensino do que lidar realmente com problemas verdadeiros.

Hodson (1994) considera que existe uma visão predominante entre os educadores de que a atividade experimental é essencial à aprendizagem científica, embora mencione que, quando um grupo de professores mostra sua aprovação ao trabalho prático, é provável que tenham em mente objetivos muito diferentes (LYNCH⁹, 1987, apud HODSON, 1994).

De fato, em um trabalho realizado por Hodson (1994) sobre as razões pelas quais os professores apontam para a utilização de atividades práticas, verificou-se cinco categorias:

1. Para motivar, procurando estimular o interesse.
2. Para ensinar técnicas de laboratório.
3. Para melhorar a aprendizagem do conhecimento científico.
4. Para fornecer uma ideia sobre o método científico e desenvolver a habilidade em seu uso.
5. Para desenvolver certas "atitudes científicas", tais como considerar as ideias e sugestões dos outros, objetividade e disposição para não fazer julgamentos precipitados.

Segundo Hodson (1994), para uma avaliação crítica do trabalho prático, deve-se fazer uma série de perguntas:

1. O trabalho de laboratório motiva os alunos? Existem outras formas alternativas e melhores para motivá-los?
2. Os alunos adquirem habilidades no laboratório a partir do trabalho prático que eles fazem na escola? Será que a aquisição dessas técnicas é positiva do ponto de vista educacional?
3. O trabalho prático auxilia os alunos a entender melhor os conceitos científicos? Existem outros métodos mais eficazes para alcançá-los?
4. Qual é a imagem adquirida pelos estudantes sobre a ciência e a atividade científica no trabalho de laboratório? Essa imagem está adequada à prática científica habitual?

⁹ LYNCH, P.P. Laboratory work in schools and universities; structures and strategies still largely unexplored, **Australian Science Teachers Journal**, v. 32, p. 31-39, 1987.1994

5. Até que ponto o trabalho prático pode favorecer o desenvolvimento das chamadas "atitudes científicas"? São tais atitudes necessárias para a prática da ciência?

O autor aponta que existem muitas "*interferências*" que colocam barreira aos estudantes na realização da atividade. Cita, por exemplo, que os alunos são solicitados a: entender a natureza do problema e o procedimento experimental; adotar a perspectiva teórica relacionada com o tema de estudo; ler, assimilar e seguir as instruções do experimento; lidar com os equipamentos em questão; coletar dados; interpretar esses dados e escrever o relatório do experimento, o que, na maioria das vezes, é feito com emprego de uma linguagem inadequada. São esses aspectos, entraves desnecessários que impedem a aprendizagem, que fazem com que eles tenham uma "sobrecarga de informação", impedindo a aprendizagem. Com essas considerações, aponta que os estudantes podem, simplesmente, seguir o procedimento passo a passo, sem refletir no que estão realizando.

Muitas dessas dificuldades ocorrem devido à maneira como o trabalho prático é planejado pelos professores. Não há, segundo o autor, uma exploração adequada do potencial que as atividades experimentais podem oferecer no sentido de subsidiar os alunos com vistas a favorecer a aprendizagem.

Hodson (1994) considera que é necessário planejar um currículo que seja mais válido dos pontos de vista filosófico e pedagógico. A partir daí, se escolhem atividades de aprendizagem que possam contribuir para que os objetivos do currículo sejam atingidos. Atividades que visem o desenvolvimento conceitual devem ser concebidas de modo muito diferente daquelas cujos propósitos sejam os de ajudar os alunos a compreender aspectos particulares do método científico, ou gerar interesse pela ciência, ou para fornecer informações sobre a história, o desenvolvimento e o impacto social de uma idéia ou de um processo.

Levando em conta a aprendizagem da ciência, o autor considera que o ensino poderia envolver o oferecimento de: oportunidades para os estudantes explorarem suas capacidades de compreender e avaliar seus próprios modelos e teorias relativas à Ciência e de estímulos adequados para o desenvolvimento e mudança.

Propõe, assim, quatro etapas principais:

- Identificar as ideias e pontos de vista dos estudantes.
- Elaborar experimentos para explorar tais ideias e pontos de vista.
- Proporcionar incentivos para os alunos desenvolverem suas ideias e pontos de vista.
- Apoiar as tentativas dos estudantes de repensar e reformular as suas ideias e pontos de vista.

Como em geral, utilizam as atividades experimentais para obtenção de dados tendo em vista a comprovação de teorias, os professores não consideram que esses dados possam estar influenciados pelas ideias que os estudantes têm, e, assim, não participam do planejamento da atividade experimental. A não participação dos estudantes nesse planejamento inicial se reflete no desenvolvimento da atividade prática, que se configura em um trabalho que deve ser analisado do ponto de vista pedagógico. Um estudante que carece de compreensão teórica em um contexto apropriado não saberá de onde e, como olhar, para efetuar as observações adequadas à tarefa em questão, ou não saberá como interpretar o que vê. Como consequência, a atividade resultará improdutiva, pois os professores tendem a dar as respostas. Como os estudantes podem ter suas próprias ideias e teorias, é importante que os professores as conheçam, para que a interpretação dos resultados avance além delas.

Em um trabalho mais recente, Hodson (2005) aponta que uma série de revisões sobre pesquisas relativas a atividades experimentais no ensino¹⁰ vêm mostrando resultados nada animadores, uma vez que o trabalho prático parece que nem sempre produz a motivação, a aprendizagem e ganhos de habilidades e atitudes que são almejados. Os resultados dessas pesquisas, segundo Hodson, são extremamente decepcionantes tanto para os professores, os formadores de professores, como para os elaboradores de currículo, porque são contra-intuitivos.

O autor argumenta que muitas das dificuldades relativas às atividades experimentais estão associadas tanto ao seu planejamento quanto ao modo pelo qual os estudantes as executam. Os currículos de ciência deveriam ter uma fundamentação filosófica mais válida, assim como uma orientação pedagógica

¹⁰ Hofstein & Lunetta, 1982, 2004; Millar, 1989; Klopfer, 1990; Tobin, 1990; Hodson, 1990, 1993a; Lazarowitz & Tamir, 1994.

mais efetiva, que deveriam se refletir nas decisões relativas às atividades de ensino e, conseqüentemente, nas atividades experimentais.

Nesta perspectiva, faz-se necessário que os professores tenham clara a distinção, para eles crucial, entre aprender ciência - aquisição de conhecimentos teóricos e conceituais -, aprender sobre a ciência – desenvolvimento de uma compreensão sobre os métodos da ciência e de consciência das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente - e fazer ciência – participação em atividades de pesquisa científica e desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

A ênfase dada pelo professor a uma dessas abordagens pode ser identificada por dois aspectos envolvidos no planejamento das atividades: a questão de quem é responsável por decidir o problema a ser investigado, de quem elabora o procedimento experimental, os métodos de coleta de dados, a interpretação de dados e a formulação de conclusões; e a questão de como os professores lidam com os momentos críticos de uma aula, como, por exemplo, quando os alunos fazem perguntas inusitadas ou quando os dados obtidos são diferentes dos esperados para aquela situação experimental.

Dessa maneira, pode-se entender porque, muitas vezes, as atividades de laboratório não alcançam os resultados esperados, pois não são dadas aos alunos oportunidades de participar do planejamento da atividade, tampouco da elaboração das conclusões, pois pouco discute e as propostas e os dados coletados, principalmente se esses diferem dos resultados esperados.

Hodson (2005) argumenta que as atividades devem fazer com que os alunos se envolvam cognitivamente, que troquem ideias entre si e com o professor e que devem levar a construção de conhecimentos cientificamente significativos. O trabalho prático se torna mais relevante quando os professores têm clareza da sua finalidade e quando planejam a atividades para que tais finalidades sejam atingidas.

González (1992) argumenta que a atividade experimental deve ter como objetivo a aplicação de teorias para a resolução de um problema, dando significado à aprendizagem da Ciência, e se constituindo em uma verdadeira atividade teórico-experimental.

Considera-se que o maior propósito do ensino de ciências é desenvolver nos estudantes habilidades de alta ordem cognitiva no contexto das disciplinas em particular. Também tem sido considerado importante o desenvolvimento de habilidades pelos estudantes na resolução de problemas, na tomada de decisão e do pensamento crítico (ZOLLER, 1993).

Hofstein (2004) considera que a experimentação intensifica o entendimento dos conceitos e a aprendizagem significativa, desde que os alunos estejam envolvidos no processo de compreensão de problemas científicos. Baseado na literatura e em seus próprios trabalhos, o autor considera que há suficiente suporte empírico para afirmar que a experimentação tem um papel importante no alcance de alguns dos objetivos da educação em química, como habilidades cognitivas, habilidades práticas, interesse pela química e pelo aprendizado dessa ciência.

Aponta, ainda, que a formação do professor é bastante relevante para que a atividade de laboratório possa atingir objetivos formativos. O professor necessita, segundo o autor, ter conhecimentos, habilidades e recursos que o permitam planejar e realizar as aulas experimentais de maneira a envolver o aluno na execução do experimento e na reflexão sobre os dados, tendo meios de investigar o que os alunos estão aprendendo.

2.3 Atividades experimentais investigativas

O ensino por investigação tem sido considerado central no desenvolvimento da alfabetização científica (HOFSTEIN; MAMLOK-NAAMAN, 2007). No laboratório, as atividades investigativas podem contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades, tais como: formular hipóteses, elaborar procedimentos, conduzir investigações, formular explicações, apresentar e defender argumentos científicos (HOFSTEIN, 2004; HOFSTEIN; MAMLOK-NAAMAN, 2007).

Gil-Pérez e Valdés-Castro (1996) apontam que a construção de conhecimentos científicos exige metodologias e epistemologias próprias, cujo reconhecimento pode levar a uma reorientação das atividades experimentais escolares, no sentido de deixar de ser mera ilustração dos conhecimentos transmitidos e passando a se constituir em atividades de investigação.

Os autores defendem uma aproximação entre a prática de laboratório escolar e as atividades desenvolvidas pelos cientistas. Assim, as atividades escolares de natureza investigativa deveriam deixar de ser exclusivamente experimental e integrar-se a muitos outros aspectos da atividade científica igualmente essenciais, que foram assim resumidos:

- 1- Apresentar situações problema abertas, em um nível adequado (correspondente a zona de desenvolvimento potencial dos estudantes) que permitam tomar decisões para tornar as situações problema em problemas mais precisos.
- 2- Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse nas situações propostas que dê sentido ao seu estudo, contextualizado e não socialmente neutro.
- 3- Potencializar a análise qualitativa, significativa, que auxilie a compreender e restringir as situações levantadas (à luz dos conhecimentos disponíveis, de interesse do problema etc.) e a formular perguntas operativas sobre o que se busca.
- 4- Planejar a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica, capaz de orientar o tratamento das situações e tornar explícito, funcionalmente e as pré-concepções dos estudantes.
- 5- Dar plena importância ao desenvolvimento de projetos e planejamento de atividades experimentais pelos alunos.
- 6- Apresentar a análise detalhada dos resultados (interpretação física, confiabilidade etc.) à luz do corpo de conhecimentos disponíveis, da hipótese e dos resultados de "outros pesquisadores" (outras equipes de estudantes). Prestar uma atenção particular nos conflitos entre os resultados e as concepções iniciais, facilitando assim as mudanças conceituais.
- 7- Planejar as considerações de possíveis perspectivas (replanejamento de estudo a outro nível de complexidade, problemas derivados) e contemplar, em particular, as implicações CTS do estudo realizado (possíveis aplicações, repercussões negativas).
- 8- Solicitar esforços de integração, que considerem a contribuição do estudo realizado na construção de um corpo coerente de

conhecimentos, assim como as possíveis implicações em outros campos de conhecimentos.

- 9-** Conceder especial importância à elaboração de memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e que podem servir de base para ressaltar o papel da comunicação e o debate na atividade científica.
- 10-** Potencializar as dimensões coletivas do trabalho científico, organizando equipes de trabalho e facilitando a interação entre cada equipe e a comunidade científica, representada na classe por todas as equipes, e o corpo de conhecimentos do construído.

A orientação proposta questiona a ideia de prática de laboratório como atividade autônoma, uma vez que a investigação científica envolve muito mais que o trabalho experimental, que tem sentido no contexto da própria pesquisa.

Consideramos que essa aproximação da atividade do aluno com a do cientista tem limitações no sentido de que os objetivos educacionais são de natureza diferente dos objetivos dos cientistas. Além disso, a abordagem proposta parece distante da realidade atual do ensino de ciências no Brasil, em especial nas escolas públicas. Embora várias iniciativas para a melhoria da educação científica no país estejam sendo feitas, muitos avanços ainda são necessários.

Zuliani (2006) aponta uma metodologia investigativa, na qual o estudante deve ter um papel ativo no processo de aprendizagem, num procedimento que o aluno vai se familiarizando com a riqueza da atividade de construção do conhecimento em estudo, passando a encará-la como atividade aberta e criativa. Considera, também, que o estudante se engaje efetivamente no processo, e, portanto, é imprescindível que a tarefa proposta seja desafiadora e significativa, e que também possibilite a escolha e o controle sobre a própria atividade.

O uso do laboratório didático a partir de dados reais e cotidianos do aluno, fundamentado no processo de investigação, levado a efeito dentro da visão epistemológica da Ciência enquanto atividade humana pode tornar-se um importante fator de evolução conceitual do aprendiz. Por outro lado, é de grande importância a busca de metodologias eficientes para provocar a evolução conceitual e levar a uma mudança atitudinal ao trabalho diário do professor com os estudantes (ZULIANI, 2006, p.14).

Barolli et al. (2010) apresentam um panorama dos principais temas da extensa bibliografia referente às investigações sobre laboratório didático de ciências. Para tanto, fizeram o levantamento dos artigos apresentados em

revistas especializadas na área de ensino das Ciências e constataram que existe uma tendência marcante na pesquisa sobre abordagem do laboratório a partir de questões de natureza metodológica. Verificaram, também, que existe uma abordagem, que surge a partir da década de 90, que diz respeito às investigações sobre o que é realizado no laboratório, do ponto de vista da aprendizagem do estudante.

Os autores apontam diferentes funções atribuídas ao trabalho prático escolar. Considerando o escopo de nosso trabalho, destacamos, entre essas funções, o laboratório como um ambiente cognitivo fértil para a aprendizagem de ciências.

Nessa perspectiva, os autores, baseados em trabalho de Hodson¹¹ (1996, apud BAROLLI et al., 2010), apresentam três objetivos gerais que norteiam as atividades experimentais:

- a) auxiliar os estudantes na aprendizagem das ciências (aquisição e desenvolvimento de conhecimento conceitual e teórico);
- b) auxiliar os estudantes a aprender sobre a ciência (compreender como a ciência interpreta a natureza, quais são os métodos da ciência, bem como a interação da ciência, sociedade, tecnologia e questões ambientais);
- c) contribuir para que os alunos aprendam a fazer ciência (auxiliar os estudantes a trabalhar a partir de uma prática investigativa).

A natureza da atividade experimental dependeria dos objetivos específicos do ensino do conteúdo envolvido.

Pode-se, entretanto, considerar que atividades, de natureza investigativa, em que o aluno deve buscar uma resposta a uma questão problema, auxiliam a atingir qualquer dos objetivos propostos.

¹¹ Hodson, D. Practical work in school science: exploring some directions for change. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 7, p. 755-760, 1996.

2.4 Planejamento das atividades experimentais e as interações discursivas em sala de aula

Planejar atividades experimentais de modo que se alcancem os objetivos formativos apontados anteriormente não é uma tarefa fácil.

Sánchez-Blanco e Varcárcel-Pérez (2000) apontam que estudos sobre as concepções de professores têm revelado o predomínio de visões sobre o ensino referente à transmissão de conteúdos e de concepções de aprendizagem que situam o aluno como receptor de conhecimentos. Tais visões contrastam com as demandas atuais colocadas por perspectivas construtivistas da aprendizagem. Os autores destacam os conhecimentos desejáveis que um professor deveria ter para promover o ensino nessa perspectiva. Apontam que há um consenso em torno das seguintes necessidades formativas dos professores:

- conhecer em profundidade a disciplina, ou seja, seus objetivos, problemas, leis e teorias, sua história, a prática de sua metodologia científica, sua epistemologia e as interações entre ciência, tecnologia e sociedade associadas à sua construção;
- adquirir conhecimentos fundamentados sobre a aprendizagem das Ciências; saber detectar, analisar e interpretar as concepções dos alunos para orientar sua aprendizagem, com especial atenção à análise dos possíveis obstáculos que impedem a construção das ideias científicas e ao estabelecimento dos possíveis caminhos para superá-los.
- deveria: ter critérios para seleção e sequência do conteúdo de ensino; saber formular, em relação aos objetivos e conteúdos de ensino, uma série de metacconhecimentos, um conjunto de procedimentos gerais e uma série de valores básicos que sirvam de referência contínua para o processo de ensino e aprendizagem; elaborar redes de conteúdos que relacionem a informação provenientes das disciplinas científicas aos problemas relevantes e interessantes para os alunos.

Embora considerando que a formalização de um procedimento não vai reduzir a complexidade do processo de planejar, apontam que o professor, para

construir seu ensino, deve dispor de propostas de critérios e estratégias que dirijam e fundamentem suas reflexões e tomada de decisões (SÁNCHEZ-BLANCO; VARCÁCEL-PÉREZ, 2000). Nesse sentido, propõem um conjunto de ações que poderiam auxiliar o professor em seu planejamento de ensino. São elas: analisar e selecionar o conteúdo, apontar as possíveis dificuldades de aprendizagem desses conteúdos, considerando as ideias prévias dos alunos e as exigências cognitivas, selecionar os objetivos de ensino e de aprendizagem e estabelecer as implicações da sequência e das estratégias escolhidas para o ensino dos conteúdos selecionados.

Os autores apontam a necessidade de o professor poder dedicar mais tempo a tarefas docentes referentes ao desenvolvimento de um currículo que demanda a participação efetiva dos alunos. Encontramos, em nossa realidade de ensino, situação semelhante, pois consideramos que as escolas não têm propiciado o tempo adequado para que reflexões coletivas sobre o currículo escolar e os disciplinares aconteçam entre o corpo docente. Quando participam de formação continuada, muitas vezes, ao retornarem às atividades docentes, os professores não encontram espaço para levar adiante ideias novas e compartilhá-las com seus pares.

As necessidades formativas apresentadas pelos autores concordam com as propostas por Carvalho e Gil Perez (1993), as quais balizaram as atividades de formação continuada desenvolvidas nesta pesquisa.

Delizoicov et al. (2002) consideram que a sala de aula é um local privilegiado para o estabelecimento de interações, entre elas as cognitivas, entre os alunos e entre o professor e os alunos. Nesse sentido, destacam a importância de o professor conhecer o que os alunos já sabem, de maneira a potencializar essas interações. Os autores defendem a problematização como estratégia de ensino, baseada em uma abordagem temática e propõem que a dinâmica da atuação docente em sala de aula se realize por meio de três momentos pedagógicos.

Essa dinâmica é caracterizada da seguinte maneira (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992):

1º Momento Pedagógico: Problematização inicial

Para iniciar um novo tema ou conteúdo, o professor apresenta um problema aos alunos com o objetivo de motivá-los, conhecer suas ideias e provocar uma

discussão sobre suas concepções a partir da sua realidade. O aluno poderá ter uma noção sobre o tema, no entanto, ele precisa buscar outras informações para responder à questão inicial e sistematizar o conhecimento aceito cientificamente.

2º Momento Pedagógico: Organização do conhecimento

Os conhecimentos necessários para o entendimento do problema inicial são estudados e sistematizados pelos alunos, sob orientação do professor. É nesse espaço que o professor poderá pensar em questões a serem respondidas pelos alunos, bem como textos que devem ser estudados e explicitação do conteúdo envolvido. As experiências a serem realizadas pelos alunos merecem atenção especial e o professor deverá pensar quais etapas devem ser atentamente observadas, que anotações são importantes para serem exploradas. É importante que o aluno tenha um referencial bibliográfico para ser pesquisado.

3º Momento Pedagógico: Aplicação do conhecimento

A sistematização do conhecimento é fundamental para que o aluno possa desenvolver habilidades tais como: analisar, interpretar em outros contextos, de modo que ele perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, é acessível a todos.

Nessa perspectiva, busca-se uma prática o aluno seja ativo e o professor mediador das atividades, orientando o estudante, modificando, assim, o seu papel de simples transmissor do conhecimento.

Embora esse enfoque se refira ao planejamento de ensino como um todo e ao seu desenvolvimento em sala de aula, algumas aproximações com as atividades experimentais investigativas podem ser feitas. Ao planejar uma atividade experimental investigativa, o professor deve propor um problema que possa interessar ao aluno para que busque respostas a ele, e que seja, na medida do possível, contextualizado socialmente. Os alunos podem apresentar tentativas de respostas ou hipóteses a partir dos conhecimentos que já possuem; com a realização da atividade experimental, os dados coletados devem ser analisados, informações que auxiliem a interpretação dos dados devem ser buscadas e, finalmente, os conhecimentos elaborados podem ser mobilizados para explicar ou resolver novas situações.

O planejamento de atividades dessa natureza, diante de nossa realidade educacional, representa uma mudança significativa na postura do professor e também do aluno e, conseqüentemente, na dinâmica das interações na sala de aula.

O professor é peça fundamental em qualquer processo de mudança que envolve a sala de aula. Nesse sentido, como argumenta Carvalho (2006), se não houver uma vontade deliberada de aceitação e aplicação de novas propostas de ensino, nenhuma mudança educativa formal poderá ser efetivada com sucesso.

A autora assinala que o professor deve “saber fazer com que seus alunos aprendam a argumentar, isto é, que eles sejam capazes de reconhecer as afirmações contraditórias, as evidências que dão ou não suporte às afirmações”. Assim, considera que o professor deve criar um ambiente em sala de aula tal que os alunos possam refletir sobre suas próprias ideias, modificando-as com as contribuições dos colegas.

Desse modo, podem ser planejadas atividades de ensino que possibilitem uma dinâmica em sala de aula favorável às manifestações cognitivas dos alunos e a elaboração de conhecimentos científicos por eles.

Sob esse aspecto, consideramos que o professor em formação continuada, além de refletir sobre sua própria prática, deva discutir coletivamente suas visões, tanto em seus aspectos práticos como teóricos, tomando consciência dos limites de seus modelos e de outros, e propor caminhos didáticos que considera adequado às mudanças que julgar necessárias em sua prática.

Lorencini Jr. (2000) propõe que o processo de ensino e aprendizagem se realize por meio do “Modelo Didático de formulação de perguntas”, sustentado por situações de perguntas, geralmente formuladas pelo professor, e respostas dadas pelos alunos. Segundo Picelli (2008), tais situações devem ajudar a estabelecer as relações interativas em sala de aula, essenciais para a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo. Esse modelo está baseado nos pressupostos da teoria de Vygotsky sobre o desenvolvimento cognitivo.

Lorencini Jr. (2000) considera que esse modelo didático demanda uma nova postura do professor, pois, além dos conhecimentos teóricos necessários para subsidiar essa prática, o professor necessitará saber, também, criar situações e auxiliar o aluno no estabelecimento de relações entre os conteúdos estudados. O

autor, ainda, considera que a uma pergunta lançada, deve corresponder uma resposta no mesmo nível de cognição, sendo assim, o professor precisa ter habilidades de formular questões adequadas para conduzir o processo que pretende desenvolver com seus alunos. Essa postura exige do professor reflexão constante, antecipando qual será o próximo passo, mesmo que ele tenha planejado bem sua atividade.

O autor propõe que as questões dirigidas aos estudantes, precisam ser preparadas com antecedência partindo de três premissas:

- a. as perguntas devem ser precisas e não ambíguas na sua formulação para que tenham a intenção que o professor planejou;
- b. uma conexão em série de questões é difícil de organizar de improviso numa seqüência lógica;
- c. o professor estará melhor preparado para negociar com o inesperado se ele possuir um corpo de questões já pensadas e refletidas.

Do ponto de vista da aprendizagem, o *discurso reflexivo* pode desenvolver nos alunos habilidades que lhes permitam aprender por si mesmos; para isso, é preciso torná-los capazes de enfrentar situações de contextos variáveis. O desenvolvimento dessas habilidades de auto-regulação das estratégias de aprendizagem de novos conhecimentos depende, entre outros fatores, da variação das tarefas, de acordo com o contexto (LORENCINI Jr., 2000, p.38).

Para o autor as perguntas e respostas acionam os processos cognitivos, melhoram o envolvimento dos alunos, aumentando a participação e criam as zonas de desenvolvimento proximal para os alunos atuarem. As perguntas auxiliam em processos que podem requerer: esclarecer, rever, conferir e processar as informações, facilitando as interações.

O professor ao planejar seu ensino, precisa formular antecipadamente algumas questões que julga poderem desencadear processos reflexivos e interativos em sala de aula, e ser capaz de tomar decisões durante o processo de ensino e aprendizagem, tendo em vista os encaminhamentos que vão se apresentando a partir das respostas dos alunos. Tendo em vista o desenvolvimento de atividades experimentais de natureza investigativas como estratégia de ensino, como é proposto neste trabalho, consideramos que professor pode adquirir formação para saber propor situações e formular perguntas que possam mobilizar os conhecimentos prévios dos alunos, que

provoquem interações dialógicas entre eles e o professor e que orientem a interpretação dos dados obtidos na atividade experimental e a construção do conhecimento científico.

Embora Lorencini Jr. (2000) recorra ao construto de ZPD (zona de desenvolvimento proximal) para justificar o emprego de perguntas e respostas no processo de ensino-aprendizagem, outros pesquisadores admitem outras abordagens teóricas para defender esse tipo de interação no ensino, como apresentado neste trabalho (CARVALHO et al., 1999; HODSON, 1994; ZOLLER et al., 2002); DELIZOICOV et al. 2002).

2.5 Nível cognitivo na formulação das questões propostas aos alunos

Quando o professor elabora um plano de aula contendo atividades experimentais e propõe questões aos estudantes tendo em vista o desenvolvimento de habilidades, tem sempre uma intenção enunciando quais habilidades cognitivas estão sendo solicitadas em cada etapa do processo.

Zoller et al. (2002) definiram as habilidades cognitivas em habilidades de ordem cognitiva mais baixa (LOCS)¹² e habilidades de ordem cognitiva mais alta (HOCS)¹³, de acordo com as capacidades que o estudante possui para resolver um problema.

As habilidades cognitivas de ordens mais altas (HOCS) se constituem como capacidades relativas à investigação na resolução de problemas (e não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo.

As habilidades cognitivas de ordens mais baixas (LOCS) se constituem por capacidades tais como: recordar ou relembrar, conhecer a informação ou aplicar conhecimentos ou algoritmos memorizados em situações familiares e na resolução de exercícios. O autor inclui nessa categoria respostas algorítmicas (ALG), que se manifestam pela aplicação de um conjunto de procedimentos memorizados.

Da mesma maneira, pode-se considerar o nível das habilidades cognitivas envolvidas em uma prática de laboratório. Como apontam Suart e Marcondes

¹² LOCS : Lower Order Cognitive Skills

¹³ HOCS : Higher Order Cognitive Skills

(2008), as atividades em que os alunos seguem um procedimento do tipo “receita”, simplesmente coletando dados, sem os analisar ou discutir, são de baixa cognição. Já, as atividades orientadas para que os alunos construam explicações para o fenômeno em estudo, estabeleçam relações entre os dados e os fatos, formulem hipóteses, demandam habilidades cognitivas de ordens mais altas.

Assim, as atividades experimentais investigativas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades de altas ordens uma vez que seu planejamento contemple desde a busca e seleção de informações por parte do estudante até análises de dados e aplicação dos conhecimentos em novas situações. Estas atividades propiciam que os alunos vivenciem as etapas planejadas, quais sejam: investigam e respondem às hipóteses elaboradas por eles, acompanham as etapas da atividade experimental, coletam e sistematizam os dados obtidos, colocando-os em tabelas ou gráficos, acompanham as discussões dos colegas e do professor para elaborar suas conclusões, utilizam-se do conhecimento adquirido para propor novos problemas, analisando-os de forma crítica e propondo soluções.

As questões, exercícios e problemas apresentados aos estudantes também podem ser classificadas em categorias de demanda cognitiva, tendo em vista o raciocínio que pode ser empregado na formulação de suas respostas.

Shepardson e Pizzini (1991), considerando o uso intenso de livros didáticos de ciências no ensino médio e o papel das questões apresentadas em tais materiais, no domínio do conteúdo pelos estudantes, analisaram o nível cognitivo das questões expressas nos livros didáticos para o ensino médio de química.

Os autores desenvolveram uma categorização para indicar os níveis das questões que aparecem nesses materiais. Para tal, consideram que existe uma diferenciação entre questões que exigem do estudante recordar os conhecimentos (que chamou de *input*), questões que exigem relacionar, comparar, contrastar e classificar dados e informações (questões de processamento – *processing*) e questões que requerem que os estudantes formulem hipóteses, generalizem, critiquem e avaliem (questões chamadas de *output*).

Suart (2008) adaptou essas categorias para analisar questões propostas pelo professor em atividades experimentais. O quadro 2 apresenta essas categorias.

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante recorra a atividades como: seqüenciar, comparar, contrastar, aplicar leis para a resolução de problema.
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições, generalizar.

Quadro 2 – Nível de cognição das questões propostas aos alunos, segundo Suart (op. cit.).

A autora também analisou as respostas dadas pelos alunos durante atividades experimentais, baseando-se nos pressupostos apresentados por Zoller (2001) e Zoller et al. (2002, 2007), propôs categorias de análise que explicitam, numa complexidade crescente, os níveis cognitivos ALG, LOCS e HOCS. O quadro 3 apresenta tal categorização.

Nível	Categoria ALG
N1	Não reconhece a situação problema.
	Limita-se a expor um dado lembrado.
	Retém-se à aplicação de fórmulas e conceitos.
Nível	Categoria LOCS
N2	Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado.
	Não identifica variáveis.
	Não estabelece processo de controle para a seleção de informações.
	Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	Explica a resolução de problemas utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resolução não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações.
	Identifica ou estabelece processos de controle para a seleção de informações.
	Identificam variáveis podendo não compreender seus significados conceituais
Nível	Categoria HOCS
N4	Seleciona as informações relevantes.
	Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema.
	Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Quadro 3 - Nível cognitivo das respostas dos alunos, segundo Suart (op. cit.).

Assim, consideramos que as questões propostas pelos professores, no âmbito desta pesquisa, poderão ser analisadas a partir desses aportes teóricos e desses instrumentos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Serão considerados, nesse capítulo, alguns trabalhos que investigaram atividades experimentais investigativas no contexto da sala de aula, bem como algumas ideias sobre a experimentação no ensino, que, do nosso ponto de vista, são importantes para esta pesquisa.

Para Galiazzi et al. (2001), há um consenso de que a experimentação é uma atividade fundamental no ensino de Ciências, indicada pela vasta pesquisa existente (WELLINGTON¹⁴, 1998 apud GALIAZZI, 2001; TOBIN; FRASER¹⁵, 1998 apud GALIAZZI, 2001; GABEL¹⁶, 1994 apud GALIAZZI, 2001).

Os autores apontam, também, que, desde sua implantação nas escolas, há mais de cem anos, existem várias críticas sobre os resultados de aprendizagem alcançados pelas atividades laboratoriais (HODSON, 1993¹⁷ apud GALIAZZI, 2001; HODSON, 1994¹⁸ apud GALIAZZI, 2001; BARBERÁ; VALDÉS¹⁹, 1996 apud GALIAZZI, 2001).

Do levantamento realizado por eles é apontado que a origem do trabalho experimental nas escolas teve início há mais de cem anos e era desenvolvido nas universidades. Os objetivos eram os de melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, uma vez que os alunos não sabiam aplicar os conteúdos aprendidos. No entanto, os autores apontam que o problema continua presente no ensino de Ciências.

Na década de 60., a partir do desenvolvimento de projetos de ensino principalmente os provenientes dos Estados Unidos como “CHEMS (Chemical Educational Material Study) e o CBA (Chemical Bond Approach Project)” as atividades experimentais ganharam novo significado.

¹⁴ WELLINGTON, J. Practical work in science: Time for a reappraisal. In: WELLINGTON, J. (Ed.). **Practical work in school science: Which way now?**. Londres: Routledge, p. 3-15, 1998.

¹⁵ TOBIN, K. & FRASER, B. J. Qualitative and quantitative landscapes of classroom learning environments. In: FRASER, B. J. & TOBIN, K. G. (Eds.). **International handbook of science education**, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, p. 623-640, 1998.

¹⁶ GABEL, D. L. **Handbook of research on science teaching and learning**. New York: McMillan, 1994.

¹⁷ HODSON, D. Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. **Studies in Science Education**, v. 22, p. 85-142, 1993.

¹⁸ HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

¹⁹ BARBERÁ, O. y VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

Tais projetos foram traduzidos e divulgados entre os professores de Química. Os autores apontam que o CHEMS foi preparado por cientistas especialistas que vieram de diferentes campos da Química e por professores do ensino secundário. O CBA (Chemical Bond Approach) apresenta experimentos com texto e guia de laboratório, utilizado por aproximadamente 200 professores e 10.000 estudantes.

Deve ser ressaltado que esses projetos enfatizam uma visão de método científico empírico indutivista, em que as atividades experimentais visavam que o aluno acumulasse informação por meio de observação, organizasse essa informação, procurasse regularidades, se perguntasse por que elas aparecem e comunicasse as descobertas aos outros.

Embora inovadores tais projetos reforçam uma concepção de ciência que podemos considerar inadequada, tendo em vista as contribuições atuais da filosofia da Ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001).

A experimentação como recurso didático no Estado de São Paulo teve ênfase a partir da Proposta Curricular de Química que foi elaborada em 1977²⁰. Essa proposta traz reflexos dos projetos americanos no que se refere à experimentação e à metodologia científica. Por exemplo, a experimentação no ensino é enfatizada, sugerindo que o estudo da química se inicie pela atividade científica (observação, descrição, interpretação, comunicação).

Já na Proposta Curricular apresentada em 1986²¹, a experimentação passa a ter outro foco: é considerado um dos eixos organizadores do ensino de química (juntamente com o cotidiano e a história) e seus objetivos levam em conta o conhecimento de fatos químicos e o estabelecimento de modelos explicativos para tais fatos a partir de observações, do sistema lógico e da linguagem dos alunos.

Há, portanto, um avanço no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem, que valoriza a participação efetiva do aluno e a atividade experimental criadora de um ambiente cognitivo fértil para a aprendizagem da Química.

²⁰ SÃO PAULO (Estado). CENP. **Proposição Curricular de Química - 2o grau**. São Paulo: SE/CENP, 1977.

²¹ SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação do Estado de São Paulo/CENP. **Proposta curricular para o ensino de química: 2º grau**. São Paulo: SE/CENP, 1986.

O atual currículo de Química²², baseado nos princípios apresentados nos PCN, já discutidos neste trabalho, reflete, em termos da experimentação, alguns dos resultados da pesquisa na área, enfatizando seu papel na elaboração conceitual pelos alunos e no desenvolvimento de habilidades cognitivas.

As atuais orientações educacionais, em diversos países, apontam para a utilização das atividades experimentais de caráter investigativo, pois estas têm potencial para desenvolver, a partir do “inquérito” no laboratório, habilidades e competências nos estudantes tais como: suscitar questões cientificamente orientadas (WU et al., 2001; HOFSTEIN et al., 2005), a formulação de hipóteses, elaboração e revisão de explicações científicas, e a comunicação e defesa de argumentos científicos.

Bianchini e Zuliani (2009) propuseram uma investigação orientada, oferecendo aos alunos aulas com atividades experimentais investigativas, sob a premissa que a apresentação dessa atividade deva ser contextualizada com o cotidiano do aluno, e que deva envolver o aluno, tornando-os sujeitos do processo de aprendizagem.

Os autores apresentaram como objetivo o de verificar a eficiência da investigação orientada no ensino de Química, realizando um mini-curso com a abordagem do tema eletroquímica.

O público alvo da pesquisa foram alunos que cursavam a 2ª série do ensino médio de uma escola técnica, integrantes do curso técnico em eletrônica de uma universidade pública, considerada de qualidade e que oferecia o ensino médio regular em tempo integral. Os ministrantes eram estudantes do último ano do curso de “Licenciatura em Química”, da mesma universidade pública.

O desenvolvimento da atividade constou de uma fase de questionamentos aos alunos sobre fatos do cotidiano para que apresentassem hipóteses na tentativa de responder tais questões. Foi, então, desenvolvida uma atividade experimental em que os alunos deveriam encontrar um metal que pudesse evitar o enferrujamento de uma bicicleta. Um segundo experimento foi proposto com a finalidade de desenvolver conceitos (oxidação e redução). Em seguida ocorreu

²² SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Química**. São Paulo: SEE, 2008, 64 p.

uma discussão sobre as possíveis utilizações das reações de óxido-redução no cotidiano, apresentando a proposição e realização do experimento da pilha.

Como resultado, os autores constataram, a partir da análise do questionário prévio, que os alunos conseguem associar o fenômeno de oxidação para explicar situações do cotidiano, mas ainda faltam conceitos adequados para atingir uma resposta mais completa. Apontam, também, que houve consolidação dos conceitos de oxidação e redução, adquiridos após as atividades propostas durante o mini-curso, por quase todos os alunos. Entretanto, poucos alunos demonstraram capacidade de generalização e transferência a outros contextos. Os autores concluíram que, mesmo com o auxílio do professor na busca de informações e manifestação de seus conhecimentos, faltaram subsídios aos alunos para que estabelecessem relações mais significativas entre o conhecimento científico e os fenômenos cotidianos.

Os autores concluem que houve aceitação da metodologia pelos alunos, que demonstraram grande interesse em descobrir as respostas para os problemas elaborados e participaram efetivamente das atividades.

Os pesquisadores apontam que, embora a aplicação dessa metodologia tenha sido exitosa, os professores podem se mostrar resistentes a aplicá-la, uma vez que envolve estratégias diferenciadas.

Suart (2008) investigou as habilidades cognitivas manifestadas por alunos quando participam de atividades experimentais investigativas. A autora parte do pressuposto de que, ao participarem desse tipo de atividade, mediada pelo professor, os alunos poderão raciocinar sobre o problema proposto, buscando as respostas para solucioná-lo. Desta forma, partem de suas próprias hipóteses e de análises dos dados coletados, expressando assim, suas habilidades cognitivas. Considera que o professor, ao organizar uma atividade experimental dessa natureza, cria oportunidades para que o aluno apresente e discuta ideias científicas, utilize o raciocínio lógico, apresente argumentos com vistas a analisar os dados coletados e elabore conclusões condizentes com os conhecimentos científicos.

O trabalho foi desenvolvido com alunos da 1ª série do ensino médio de duas escolas públicas, tendo sido acompanhadas as aulas dos professores de Química dessas turmas. As atividades foram classificadas como investigativas por ambos

os professores e tratavam dos conceitos de densidade, em uma das escolas, e de temperatura de ebulição na outra.

Os diálogos dos alunos e professor foram registrados e as questões propostas foram analisadas, bem como as respostas dadas ou a construção dos argumentos para respondê-las, tendo em vista identificar as habilidades cognitivas envolvidas na realização da atividade.

Os resultados mostraram que os alunos manifestaram habilidades de formular hipóteses, analisar variáveis e apresentar conclusões. Houve correlação entre a demanda cognitiva da pergunta apresentada pelo professor e habilidade manifestada pelos alunos.

A autora concluiu que o planejamento e execução de atividades experimentais investigativas podem contribuir para o desenvolvimento e manifestação de habilidades cognitivas de ordem superiores nos alunos. Considerou, entretanto, que o papel do professor é de suma importância, atuando como desafiador e mediador do processo de ensino e aprendizagem.

Desta forma, a utilização de atividades desta natureza nas escolas se mostra de suma importância para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Por fim, pode-se considerar que se a atividade experimental investigativa for elaborada e executada pelo professor com o objetivo de proporcionar aos alunos todas as suas potencialidades, os alunos poderão se engajar efetivamente na atividade e manifestar habilidades cognitivas necessárias para a formação de um indivíduo crítico e reflexivo sobre suas atitudes e sobre as ações tomadas por outros (SUART, 2008, p 182).

Lima (2004), em sua pesquisa, investigou como um grupo de professores de química reflete sobre sua prática docente quando realiza e analisa atividades experimentais investigativas, e como propõe atividades experimentais visando uma aprendizagem significativa.

Foram propostas atividades de ensino, sendo que algumas delas eram de natureza investigativa, envolvendo conceitos de eletroquímica para que os professores as analisassem tanto do ponto de vista conceitual quanto do operacional. A partir dessas atividades, os professores planejaram as suas próprias, considerando suas realidades de ensino.

Segundo a autora, os resultados mostraram que a metodologia foi adequada para que alguns dos professores superassem uma visão simplista da experimentação – como motivação ou verificação – e entendessem o potencial

das atividades investigativas na formação de conceitos pelos alunos. Os planejamentos elaborados revelaram níveis diferentes de concretização desse entendimento, pois alguns professores propunham um problema, mas não direcionavam a atividade para a construção de respostas. Outros, todavia, conseguiram desenvolver atividades que poderiam proporcionar aos alunos a elaboração de hipóteses, análises de dados e formulação de conclusões.

Observou-se que as atividades experimentais dentro desse contexto, envolveram fortemente os professores, tanto 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 (LIMA, 2004, p 162).

Marcondes et al. (2009) analisaram o nível das habilidades cognitivas e da interatividade desenvolvidas em aulas de química no ensino médio que utilizaram atividades experimentais na construção de conhecimentos científicos. Partiram da ideia de que aulas em que sejam valorizadas questões abertas e as falas dos alunos podem promover interações mais elaboradas, tais como explicações e argumentos na tentativa de analisar dados e apresentar conclusão plausível.

Os autores analisaram aulas de duas professoras de Química de ensino médio, de escolas públicas da região metropolitana da cidade de São Paulo, que utilizavam atividades experimentais com características de uma abordagem investigativa em suas aulas. Foi observada uma sequência de duas aulas em uma classe de 3ª série, cujo objetivo era a construção dos conceitos de oxidação e redução, e uma sequência de quatro aulas em uma classe de 1ª série, com o objetivo de construir e aplicar o conceito de densidade.

As aulas das duas professoras foram consideradas interativas, visto que os alunos participaram das reflexões e explicações sobre os experimentos respondendo as solicitações das professoras. No entanto, uma das professoras apresentou muitas questões que exigiam respostas apenas informativas dos alunos, prevalecendo, portanto, interações de baixa ordem cognitiva. Já nas aulas da outra professora, os alunos foram incentivados a elaborar hipóteses e a controlar e avaliar variáveis, evidenciando raciocínios de alta ordem cognitiva.

Nesse trabalho, também foi verificada uma correlação entre os níveis cognitivos das respostas elaboradas pelos alunos e os das questões propostas pelo professor.

Esses trabalhos indicam que atividades experimentais de caráter investigativo, propostas de maneira a permitir que o aluno participe ativamente no processo de resolução de um problema, podem contribuir para a construção de conhecimentos químicos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas necessárias para a formação de indivíduos críticos e com atitude exigida por nossa sociedade em constante transformação.

Consideramos de fundamental importância que, no planejamento de uma atividade experimental, sejam levados em conta entre os objetivos pretendidos, as atividades propostas e a participação requerida do estudante. Portanto, é necessário que o professor ao planejar, vivencie a atividade para refletir quais etapas devem merecer especial atenção tendo em vista a construção pelos alunos dos conceitos que estão sendo estudados.

4. METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida buscou fornecer subsídios para melhor compreendermos como os professores de química refletem e exploram as atividades experimentais de caráter investigativo e, também, como elaboram questões que demandem habilidades cognitivas de ordem mais altas, quando são proporcionadas reflexões envolvendo estes contextos em formação continuada.

Foi proposto um curso de formação continuada para professores de escolas da Rede Estadual do Estado de São Paulo, sediadas em Diadema no ABC Paulista. Optou-se por um curso de formação continuada por se entender que dessa maneira ter-se-ia um contado direto com o professor. Além disso, como a intenção era a de dar subsídios para a reflexão, o curso possibilitaria oportunidade para tal. Para o desenvolvimento da pesquisa e considerando o problema, realizou-se uma investigação de natureza exploratória e descritiva, utilizando abordagem qualitativa.

De acordo com Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo buscar mais informações sobre determinado assunto, muitas vezes pouco explorado na literatura, proporcionando maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito e obter novas descobertas.

O autor considera que uma pesquisa exploratória proporciona o aprimoramento de ideias, descobertas ou intuições, a partir de um planejamento que possibilite considerações dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

[...] a pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema [...] (GIL, 2002).

André (2000) salienta que numa abordagem qualitativa a teoria é construída e reconstruída durante o processo de pesquisa, o que ocorre também com as opções metodológicas, que vão sendo gradativamente explicadas e redefinidas. A análise ocorre ao mesmo tempo da observação, na medida em que o pesquisador seleciona aspectos que devem ser explorados e define quais os que devem ser abandonados. Assim, as categorias analíticas podem derivar diretamente da

teoria que respalda a pesquisa ou surgir do próprio conteúdo dos dados sob análise.

Cervo et al. (2002) assinalam que a pesquisa descritiva trabalha sobre dados ou fatos colhidos da própria realidade. Busca observar, registrar, analisar sua relação e conexão com outras variáveis, relacionando fatos ou fenômenos sem manipulá-los, na tentativa de descobrir com que frequência ocorrem os fenômenos, bem como sua natureza e suas características.

Portanto, a pesquisa não se atém apenas à análise do nível cognitivo das questões propostas pelos professores, também se considerou os aspectos que vão desde as concepções apresentado no grupo de professores sobre as atividades experimentais, os planos de aula propostos por eles, as interações que ocorreram entre uma atividade e outra, as discussões de como foi pensado um plano de aula, bem como as limitações do grupo, os avanços e esforços empreendidos por cada um deles.

4.1 Caracterização dos sujeitos

O curso de formação continuada envolveu professores de escolas públicas de São Paulo sediadas em Diadema, mas para essa pesquisa serão apresentados os resultados de apenas 6 deles, por terem participado de todos os encontros e atividades. Todos os professores têm habilitação em Química, sendo que dois deles têm bacharelado e um deles atua na indústria. Quanto à experiência na sala de aula: três deles têm menos de dez anos e os outros mais de dez anos.

Pelas respostas ao Questionário I (Anexo 1), podemos observar no quadro 4 que quase todos os professores assinalam que suas aulas são expositivas propiciando pouca atividade em laboratório aos estudantes.

Participaram do curso seis professores e, para análise, serão denominados de Professor A (PA); Professor B (PB); Professor C (PB); Professor D (PD); Professor E (PE) e Professor F (PF).

Professor	Tempo de serviço	Experiência docente e aulas em laboratório
A	Mais de 5 anos	Ensino Médio e Ensino Fundamental - Particular – As aulas

		são expositivas e com pouca atividade de laboratório.
B	Mais de 5 anos	Ensino Médio e Indústria – As aulas são expositivas sem atividades experimentais.
C	Quase 10 anos	Ensino Médio - Aulas são mais teóricas e poucas atividades experimentais.
D	Mais de 10 anos	Ensino Médio - Muitas vezes são aulas teóricas e poucas atividades experimentais.
E	Mais de 10 anos	Ensino Médio – Aplica o projeto do GEPEQ ²³ há 10 anos. Conhece e elabora atividades de laboratório.
F	Mais de 10 anos	Ensino Médio – Utiliza atividades de laboratório e a biblioteca para pesquisarem. Também dá aulas teóricas.

Quadro 4 – Caracterização dos professores.

4.2 Estrutura do curso

O curso ocorreu entre 1º de outubro a 20 de dezembro de 2009. Nele a pesquisadora atuou como formadora.

O formato dos encontros foi discutido entre os professores e a pesquisadora em um processo de trabalho coletivo. Foi realizada uma sequência de oito encontros com periodicidade quinzenal e três horas de duração cada. O intervalo entre os encontros foi considerado adequado para que os cursistas pudessem realizar as tarefas solicitadas pela pesquisadora e refletir sobre as discussões ocorridas em cada um deles.

A estrutura desse ciclo de encontros teve como objetivo iniciar ou fomentar quatro atributos entre os professores:

- a. reflexão sobre o seu conhecimento de Química,
- b. reflexão sobre a sua prática pedagógica, no contexto da experimentação e do professor reflexivo,
- c. busca e troca de experiências com outros professores,
- d. aproveitamento dessas experiências no planejamento das aulas.

4.3 Coleta de dados

Os dados desta pesquisa foram coletados por meio de:

- gravação dos encontros em áudio e vídeo;
- notas de campo;

²³ GEPEQ- Grupo de Pesquisa para o Ensino de Química. Interação e transformação: Química para o 2º Grau- 1. São Paulo: EDUSP, 1987.

- tarefas realizadas pelos professores;
- questionários aplicados.

4.4 Descrição dos encontros com os professores

4.4.1 Primeiro encontro: Concepções iniciais

Em comum acordo, foi decidido que os temas a serem estudados em cada encontro estariam em concordância com a realidade de cada professor, de maneira que a participação fosse a mais efetiva possível. O primeiro encontro teve como principal objetivo conhecer as ideias dos professores sobre alguns aspectos do ensino e da aprendizagem. Para conhecer as concepções iniciais sobre a experimentação e as ideias sobre ensino, foi aplicado um questionário (Anexo 1), que visava diagnosticar:

- 1- as concepções sobre o ensino e aprendizagem;
- 2- as concepções sobre a experimentação no ensino de química.
- 3- as facilidades e dificuldades de utilizar a experimentação com os alunos;
- 4- formação inicial, especialização e tempo de serviço.

Em seguida, foram apresentados pela pesquisadora os objetivos do curso:

- refletir sobre o papel das atividades experimentais no ensino;
- buscar elementos para a construção de aulas de caráter investigativo;
- elaborar aulas utilizando atividades experimentais de caráter investigativo;
- conhecer, entender e propor questões de alta ordem cognitiva aos alunos;
- compreender o nível de interação que ocorre durante uma atividade.

Após a apresentação dos objetivos, os professores elaboraram um plano de aula para o tema “Transformação química” (Anexo 2), contendo uma atividade experimental e a descrição da metodologia e da abordagem. O objetivo foi o de conhecer as concepções iniciais dos professores para que, posteriormente, se

pudesse comparar os planos iniciais e finais, como forma de mensurar os avanços dos professores.

Na sequência, foi debatido com os professores sobre o que é uma atividade experimental investigativa e quais os seus objetivos, a partir de uma apresentação feita pela pesquisadora. Essa etapa foi gravada em áudio e vídeo. Nela foram feitas anotações de campo. Como tarefa para o próximo encontro, foi entregue aos professores um texto – “Demonstrações experimentais investigativas”²⁴, para que fizessem a leitura e posterior discussão. No quadro 5, estão descritas as atividades realizadas, seus objetivos, as estratégias e os instrumentos de coleta de dados empregados.

Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumento de coleta de dados
Questionário 1 (Anexo 1)	Conhecer: - o perfil do professor, - crenças sobre a experimentação no ensino de Química.		
Elaboração de um plano de aula para o tema “Transformação química”	Conhecer as concepções iniciais dos professores sobre a utilização de atividade experimental.	Em duplas para elaboração do plano de aula	Folha de trabalho
Apresentação do curso e de seus objetivos	Refletir sobre a maneira como são elaboradas e aplicadas as atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem.	Apresentação e discussão com os professores	Atividade gravada em áudio e vídeo
Apresentação do papel das atividades investigativas	Refletir sobre o papel das atividades experimentais investigativas	Apresentação concomitante com discussão e fornecimento de cópias da apresentação ao professor	Gravação da discussão em áudio e vídeo
Entrega de texto “Demonstrações experimentais investigativas”	Leitura para o próximo encontro - reflexão		

Quadro 5 – Objetivos e atividades do primeiro encontro.

²⁴ CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

4.4.2 Segundo encontro: Comparando modelos de atividades experimentais

Para iniciar o encontro foi discutido com os professores o texto entregue no final do encontro anterior. Os professores defenderam suas ideias e a pesquisadora buscou elementos do primeiro encontro, referentes ao papel das atividades experimentais investigativas, para ampliar a discussão.

A sistematização das ideias discutidas foi feita no quadro negro com os seguintes tópicos:

- O que são demonstrações experimentais investigativas;
- O papel das atividades experimentais na construção do conhecimento;
- O professor e o aluno em uma proposta investigativa.

Na etapa seguinte, foi proposto aos professores vivenciarem duas atividades experimentais, sendo uma com enfoque tradicional (Anexo 3) e uma atividade com características investigativas (Anexo 4). Essa etapa consistiu na estruturação do grupo em torno de um objetivo comum, o de conhecer dois modelos de atividades experimentais. Para tal, os professores foram divididos em dois grupos e vivenciaram as atividades experimentais com o objetivo de comparar ambas e perceber suas estruturas e objetivos. Dessa maneira, os professores poderiam rever seus conceitos e refletir sobre outras perspectivas para o ensino experimental.

Foi organizada uma sistematização, no quadro negro, dos principais aspectos discutidos nas duas abordagens. Os professores e a pesquisadora compararam as duas atividades. A estrutura desse encontro é apresentada no quadro 6.

Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumento de coleta de dados
Discussão do texto "Demonstrações experimentais investigativas"	Refletir sobre como são concebidas as atividades experimentais demonstrativas.	Discussão em grupo	Entrega de formulário e gravação em áudio e vídeo
Apresentação dos três momentos pedagógicos (Delizoicov et al., 2002)	Entender o que é problematizar, organizar o conhecimento e aplicar o conhecimento.	Apresentação em slides e discussão de cada item comparando com o plano de aula	Sistematização na lousa e gravação em áudio e vídeo

Realização de duas atividades experimentais em diferentes abordagens	Vivenciar as atividades, comparar o que é proposto em cada uma delas e verificar os seus objetivos.	Professores divididos em dois grupos realizaram uma atividade experimental tradicional e outra investigativa	Gravação em áudio e vídeo e folha de trabalho
Discussão do conhecimento quanto ao papel de cada uma das atividades vivenciadas	Refletir sobre o papel das atividades experimentais investigativas.	Sistematização das ideias principais na lousa	Gravação em áudio e vídeo e notas de campo
Buscar elementos para planejar uma atividade: Ferrugem	Investigar e buscar elementos para planejar uma atividade investigativa.		

Quadro 6 – Objetivos e atividades do segundo encontro.

4.4.3 Terceiro encontro: Exposição de uma atividade experimental investigativa - O que são questões que demandam habilidades cognitivas de alta ordem?

Foi apresentada, aos professores, a sistematização das ideias do encontro anterior, comparando as duas atividades – investigativa e tradicional. Em seguida, cada professor fez a leitura do texto “Atividades experimentais investigativas e habilidades cognitivas no Ensino de Ciências”, adaptado da dissertação de Suart (2008), e ouviu a discussão acerca do mesmo. Tal texto apresenta as ideias de Zoller et al. (2002) referentes às habilidades de ordem cognitiva mais alta e mais baixa.

Foi priorizado, no debate, o estabelecimento de relações entre as atividades experimentais vivenciadas pelos professores a partir dos seguintes tópicos: organização da estrutura de uma atividade experimental; objetivos e finalidades.

A sistematização das categorias de Zoller et al. (2002) e de Suart (2008) foi feita por meio de apresentação preparada pela pesquisadora.

Dando continuidade, os professores receberam um material impresso, “Explorando uma atividade investigativa – Ferrugem” adaptação de duas atividades descritas em outros materiais, para que pudessem se preparar para realizá-la.

Foi dado como tarefa, no encontro anterior, a de buscar elementos para a elaboração de uma atividade experimental investigativa a partir do tema “Ferrugem”.

A estrutura desse encontro é apresentada no quadro 7.

Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumento de coleta de dados
Retomada do encontro anterior e análise das diferenças entre as duas atividades experimentais	Refletir sobre a proposta de cada uma das atividades e discutir seus objetivos.	Comparar as duas atividades, destacando as questões formuladas na atividade experimental investigativa e questionar o professor da importância destas questões formuladas para os estudantes	Gravação em áudio e vídeo e anotações de campo
Leitura e interpretação de texto – Questões de alta e baixa ordem cognitiva	Refletir sobre habilidades cognitivas de alta e de baixa ordem.	Leitura acompanhada de discussão do texto adaptado de Suart (2008)	Gravação em áudio e vídeo
Apresentação das categorias e das habilidades cognitivas	Ampliar o entendimento das categorias.	Após apresentação, os professores sistematizam as idéias do texto entregue a eles	Gravação em áudio e vídeo
Entrega de material sobre a “Ferrugem”	Buscar elementos para a elaboração de uma atividade experimental investigativa.	Leitura dos textos pesquisados pelos professores e elaboração do plano de uma atividade experimental	

Quadro 7 – Objetivos e atividades do terceiro encontro.

4.4.4 Quarto encontro: Vivenciar uma atividade experimental investigativa

Os professores realizaram uma atividade experimental sobre “Ferrugem”, recebendo apenas o roteiro referente ao tema. A partir da pesquisa que fizeram sobre esse assunto e da realização do experimento, foi solicitado que elaborassem, em duplas, um plano de aula com orientação investigativa (Anexo 5). Para subsidiá-los, foi fornecido um texto a respeito do planejamento de atividade experimental investigativa que enfatizava a importância das atividades pré e pós-laboratório (Anexo 6). Além disso, foi pedido que refletissem sobre os seguintes aspectos:

- O planejamento de atividade investigativa requer que os objetivos pedagógicos estejam bem definidos;
- A problematização é a chave para o envolvimento dos estudantes;
- O questionamento aos alunos deve ser planejado;
- Para que as questões demandem habilidades cognitivas de alta ordem sua prévia elaboração é fundamental.

As atividades desse encontro estão descritas no quadro 8.

Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumento de coleta de dados
Realização de uma atividade experimental sobre a “Ferrugem”	Problematizar a atividade.	Realização em dupla da atividade sem discussão prévia	Gravação em áudio e vídeo
Leitura e discussão do texto sobre o planejamento de atividades pré e pós-laboratório	Refletir sobre as etapas que fazem parte do planejamento de uma atividade experimental.	Apresentação de alguns pontos para reflexão a partir da leitura do texto	Discussões gravadas em áudio e vídeo.
Elaboração de um plano de aula com o tema “Ferrugem” utilizando uma atividade experimental investigativa	Considerar diversos aspectos na elaboração do plano de aula.	Os professores tendo em mãos os textos discutiram como se organiza uma atividade experimental investigativa	Plano de aula escrito

Quadro 8 – Objetivos e atividades do quarto encontro.

4.4.5 Quinto encontro: Planejando uma aula que envolva uma atividade experimental

Os planos elaborados no encontro anterior foram retomados no quinto encontro visando ampliar a reflexão sobre a estrutura da atividade proposta.

Os professores receberam três textos ²⁵ que descreviam atividades de ensino elaboradas a partir de um tema e continham atividades experimentais que o problematizavam. A intenção era a de que os professores comparassem essas abordagens com a utilizada em seu plano, considerando os seguintes aspectos:

- existência de situação problema bem definida e relação dessa com o cotidiano do aluno;
- sugestão de pesquisas para que o aluno busque informações;
- questões propostas para que o aluno analise dados, conclua etc.;
- questões destinadas ao aluno para que possa contextualizar, propor soluções a um novo problema, sistematizar o que aprendeu e utilizar em um novo contexto;
- proposta para o aluno elaborar questões sobre o tema aos colegas para que possam participar e ampliar seu conhecimento.

²⁵ WARTHA, E. J. et al. A Maresia no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 26, nov. 2007. GEPEQ. Interações e Transformações III. **A Química e a Sobrevivência. Atmosfera – fonte de materiais**. EDUSP: São Paulo, 1998. SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores**. SILVA, D. P. da; MARCONDES, M. E. R. (coord.). São Paulo: São Paulo: FDE, 2007.

Após essa análise, os professores apresentaram suas conclusões. A estrutura desse encontro está descrita no quadro 9.

Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumento de coleta de dados
Leitura de três textos sobre atividades de ensino	Permitir que os professores categorizem as abordagens dos três textos e de seu planejamento.	Textos de referência, análise comparativa dos textos com seu planejamento	Atividade gravada em áudio e vídeo
Rever o seu planejamento	Verificar com o colega, questões referentes à estrutura do plano de aula	Em duplas, os professores analisaram as etapas elencadas para comparar e redimensionar o plano de aula	Atividade gravada em áudio e vídeo
Apresentação das alterações do plano de aula	Propiciar a reflexão do professor a partir da apresentação de seu plano de aula já discutida com seu par e discutida com a pesquisadora.	Troca de informações com o colega ao fazer a análise do seu plano	Atividade gravada em áudio e vídeo

Quadro 9 – Objetivos e atividades do quinto encontro.

4.4.6 Sexto encontro: Analisando a classificação de questões quanto ao nível de cognição

Nesse encontro foi entregue aos professores catorze questões²⁶ retiradas da atividade experimental investigativa, “De que depende o enferrujamento, Existem meios de evitá-lo? Análise das observações para serem analisadas pelos professores juntamente com a pesquisadora, referentes à atividade da Ferrugem. Foi evidenciada a importância da elaboração das questões propostas nas atividades experimentais, discutindo-se o objetivo de cada questão e o nível de cognição demandado ao respondê-la.

Na análise, foram comparadas as questões elaboradas pelos professores e as questões propostas na atividade Ferrugem.

Também, foram analisadas algumas das questões apresentadas no trabalho de Suart (2008), referentes às aulas propostas a estudantes da primeira série do ensino médio envolvendo atividades experimentais com características investigativas.

²⁶ *Interações e Transformações II: Química para o 2º Grau: Livro do aluno*; Editora da USP, São Paulo, 1995.

Os professores vivenciaram uma atividade, Reatividade dos Metais. Para tanto, receberam somente a indicação de que deveriam provocar a interação de uma solução de ácido clorídrico 4 mol/L com diferentes metais (ferro, cobre, zinco e magnésio), assim como buscar elementos para a construção de uma atividade investigativa (Anexo 7).

Como trabalho, foi entregue aos professores uma folha de atividade para elaborar e apresentar um plano de aula, inserido no contexto da experimentação, sobre o tema metais. Esta tarefa foi o trabalho final de curso, devendo ser apresentado individualmente.

Nesse encontro, estavam à disposição dos professores três textos, além de livros para consulta, com o objetivo de subsidiá-los no planejamento de suas aulas.

A estrutura desse encontro é apresentada no quadro 10.

Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumento de Coleta de dados
Análise de catorze questões propostas na experiência sobre Ferrugem	Analisar e comparar as questões propostas na atividade Ferrugem com o seu plano de aula.	Discussão de cada questão em grupo	Atividade gravada em áudio e vídeo
Análise das questões categorizadas por Suart (2008)	Propiciar aos professores o exercício de como são categorizadas questões nos diferentes níveis cognitivos.	Leitura das questões, classificação nas categorias utilizadas nessa pesquisa, comparação com a classificação do autor	Atividade gravada em áudio e vídeo
Vivência de uma atividade e planejamento de uma aula - Reatividade dos metais	Refletir sobre como elaborar um planejamento no contexto de uma atividade experimental investigativa.	Realização da atividade e planejamento em grupo	Atividade gravada em áudio e vídeo

Quadro 10 – Objetivos e atividades do sexto encontro.

4.4.7 Sétimo e Oitavo Encontros: Apresentação e Discussão do Plano de aula final

Os planos elaborados no encontro anterior foram apresentados pelos professores e discutidos no grupo, considerando-se as etapas presentes em cada plano e as que deveriam constar, segundo os conhecimentos tratados no curso.

Os professores elaboraram um plano de aula envolvendo uma atividade experimental investigativa, considerando a formulação das questões dirigidas aos

estudantes. Pretendeu-se analisar como se deu essa construção, e qual o grau cognitivo que a atividade poderia demandar.

Os planos apresentados foram discutidos, considerando os seguintes aspectos:

- tema e conceitos a serem abordados,
- hipóteses levantadas e a busca de pesquisas para validar ou refutar as hipóteses,
- atividade pré laboratório,
- roteiro do experimento,
- questões dirigidas aos estudantes,
- atividade pós laboratório,
- contextualização e aplicação dos conhecimentos a novos problemas,
- indicação dos resultados.

Foi realizada uma breve avaliação do curso pela pesquisadora de forma oral. A estrutura desse encontro é apresentada no quadro 11.

Atividade	Objetivo	Estratégia	Instrumento de Coleta de dados
Apresentação individual do professor	Apresentar o plano de aula para que a pesquisadora possa avaliar o processo de elaboração e debater com o professor tópicos referentes à sua elaboração ao longo da exposição.	Discussão de cada tópico durante a apresentação de cada professor	Material produzido pelo professor para apresentação.

Quadro 11 – Objetivos e atividades do sétimo e oitavo encontros.

Para análise das questões elaboradas pelos professores nessa pesquisa em atividades experimentais, se propõe redimensionar a categorização estabelecida por Shepardson e Pizzini (1991), por entender que as categorias propostas pelos autores necessitam de expandir-se, como será exposto a seguir.

Foram propostas três categorias principais denominadas P1, P2 e P3 (as mesmas propostas por Shepardson e Pizzini (1996). Entretanto a categoria P1 é composta pelo nível Q1; a categoria P2 pelos níveis Q2 e Q3 e a categoria P3 pelos níveis Q4 e Q5. Nesta pesquisa, optou-se pro

subdividir cada uma das categorias pelo fato de que algumas perguntas elaboradas pelos professores apresentam não somente os dados expressos na descrição de cada categoria, o que pode permitir que a categorização das perguntas apresente maior delimitação, contribuindo para uma maior facilidade e fidedignidade na categorização e também por admitir que perguntas com diferentes demandas cognitivas sejam classificadas em categorias distintas.

Desta forma, uma atividade experimental elaborada de forma a privilegiar o envolvimento do aluno nas etapas de investigação, ou seja, permitindo que a sua participação na resolução de um problema, elaborando hipóteses, analisando dados e propondo soluções, tem-se demonstrado promotora de habilidades cognitivas e da aprendizagem de conceitos científicos escolares, apresentados na Tabela VI aponta este redimensionamento.

Tabela VI – Níveis de cognição das questões propostas aos alunos

Nível	Categoria P1
Q1	Somente recorda uma informação partindo dos dados obtidos.
	Somente expõe um dado lembrado.
	Aplica fórmulas e conceitos.
Nível	Categoria P2
Q2	Reconhece a situação problema e identifica o que deve ser buscado.
	Recorre a atividades como: seqüenciar, comparar e contrastar
	Aplica leis para a resolução de problema.
	Representa o problema com fórmulas ou equações.
Q3	Explica a resolução de problemas utilizando conceitos já conhecidos.
Nível	Categoria P3
	Utiliza os dados obtidos para propor hipóteses.

Q4	Identifica ou estabelece processos de controle para a seleção de informações.
	Faz inferências, avalia condições e generaliza.
Q5	Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Foram propostas três categorias principais denominadas P1, P2 e P3 (as mesmas propostas por Shepardson e Pizzini (1996). No entanto a categoria P1 é composta pelo nível Q1; a categoria P2 pelos níveis Q2 e Q3 e a categoria P3 pelos níveis Q4 e Q5. Foi escolhida nesta pesquisa a subdivisão em cada uma das categorias por entender que algumas perguntas elaboradas pelos professores apresentam não somente os dados expressos na descrição de cada categoria, mas uma ampliação delas, permitindo assim, que a categorização das perguntas apresente maior determinação, fornecendo uma maior fidedignidade na categorização e também por admitir que perguntas com diferentes demandas cognitivas sejam classificadas em categorias distintas.

A divisão da categoria P1 em nível Q1 pode permitir que a categorização das perguntas apresente não somente que o aluno recorde uma informação partindo dos dados obtidos, mas um dado lembrado ou a aplicação de fórmulas e conceitos.

O mesmo raciocínio foi utilizado para atribuir a subdivisão da categoria P2 em níveis Q2 e Q3. Em vez do exigido como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis para a resolução de problema, no nível Q2 foi ampliado, pois contribui para melhor compreensão dos processos cognitivos e habilidades envolvidas como reconhecer a situação problema e identificar o que deve ser buscado a aplicar leis para a resolução de problema. Ainda na categoria P2 o Nível Q3 apresenta um nível mais elevado que utiliza os dados obtidos para representar o problema a partir de fórmulas ou equações e ainda explicar a resolução de problema utilizando conceitos já conhecido.

A categoria P3 está subdividida em níveis Q4 e Q5, pois não se atém em apenas utilizar os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições, generalizar. Em Q4 a pergunta exige que o aluno

identifique ou estabeleça processo de controle para a seleção de informações em seguida, a questão exige que faça inferências, avalie condições e generalize. Em Q5 a pergunta exige que o aluno aborde ou generalize o problema em outros contextos ou condições iniciais.

5. RESULTADOS E ANÁLISE

Neste capítulo apresentamos os resultados e a análise da pesquisa empreendida, considerando as etapas que foram vivenciadas pelos professores, bem como a discussão e a reflexão ocorrida durante todo o processo.

5.1 Concepções iniciais

A análise das concepções iniciais dos professores foi feita a partir dos dados coletados no questionário “Formação do Professor” (Anexo 1). Foram consideradas as ideias apresentadas por eles sobre atividades experimentais no ensino de Química, a partir das questões 9, 10 e 11.

As questões 6,7 e 8 que se referem, respectivamente, a visão de ciência transmitida ao aluno, as dificuldades e limitações do ensino de química, e a importância do ensino de química para a formação do aluno, não foram analisadas pois uma leitura preliminar das respostas dadas mostrou que tais questões não foram bem compreendidas por eles, talvez pela formulação das questões não estar adequada. Desta maneira, não foi possível uma análise mais aprofundada destas questões.

Questão 9 – Quando você realiza uma aula experimental, qual a sua finalidade?

Questão 10 – Aponte as dificuldades e facilidades das atividades experimentais demonstrativas.

Questão 11 – E quais são as dificuldades?

Cabe destacar que as atividades demonstrativas constituem-se em ferramentas importantes para o aprendizado, desde que o professor desencadeie as interações necessárias com os alunos, possibilitando a compreensão de conceitos (CARVALHO et al., 1999).

Com relação à finalidade das atividades experimentais apontadas pelos professores, as respostas, devidamente agrupadas por similaridade, estão apresentadas no Quadro 12. Dois aspectos foram enfatizados: a função pedagógica e a motivacional da atividade experimental.

	Concepções	Respostas	N
Função Didática Pedagógica	Relacionados à construção do conhecimento	Motivar e subsidiar na construção de conteúdos específicos e fenômenos.	6
		Levar o aluno a formar seu conhecimento e fixar os conteúdos.	2
		Facilitar o trabalho em equipe e estimular a observação, interpretação e contextualização dos fenômenos.	2
		Propiciar aos alunos a interpretação de fenômenos relacionados ao cotidiano e a crítica de conceitos.	4
	Relacionados à prática pedagógica	Associar o conhecimento teórico com a prática.	4
		Demonstrar a teoria, a partir do macro, para a discussão e conclusão final dos conhecimentos	2
		Fazer com que os alunos demonstrem prazer em ilustrar o que já sabem e assim a aula fica mais significativa compartilhando saberes.	3
Função Motivacional	Relacionados à atitude do aluno	Ser mais atraente na visão do aluno e mais fácil para o professor explicar.	3
		Atitude e disciplina além de contato com os equipamentos	2

Quadro 12 – Respostas dos professores quanto à finalidade da experimentação no ensino de Química. (N = número de professores)

Por ser de resposta livre, os professores apresentaram várias ideias quanto às finalidades das atividades experimentais no ensino de Química. Assim, o número de respostas é maior do que o número de professores envolvido na pesquisa. Os dados indicam que mais da metade dos professores atribuem ao laboratório funções didático-pedagógicas, tanto no que diz respeito a um enfoque com características construtivistas, quanto a um enfoque tradicional de comprovação de teorias.

Encontramos aproximações das respostas dadas pelos professores com os documentos oficiais, que consideram as atividades experimentais importantes (BRASIL, 1999). No entanto, poucos professores levam em conta que as atividades experimentais são importantes por poderem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, além disso,

“visa-se a uma aprendizagem ativa e significativa, as abordagens dos temas devem ser feitas através de atividades elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de idéias. [...] em relatos de experimentos ou no laboratório devem permitir, através de trabalho em grupo, discussões coletivas, que se construam conceitos e se desenvolvam competências e habilidades” (BRASIL, 1999, v. 3, p.36).

Concepções semelhantes são traduzidas a partir das ideias de dois professores: *“Considero o laboratório importante, porque facilita a compreensão dos alunos na interpretação de fenômenos relacionados ao cotidiano e na crítica de conceitos”*; *“Subsidiar os alunos para interpretar fenômenos do cotidiano critica e conceitual”*.

É importante ressaltar que as atividades experimentais podem subsidiar a resolução de problemas conectados a questões do cotidiano dos alunos. Não significa que levar o estudante para o laboratório, por si só, é o mesmo que compreender (CARVALHO et al., 1998).

Outro grupo de professores considera importante associar o conhecimento teórico à prática: *“Quando tenho que comprovar a teoria, vou até o laboratório, pois facilita o entendimento dos alunos”*. Essa visão é criticada por vários autores (HODSON, 1988; HOFSTEIN; LUNETTA, 1982). Eles relatam que as atividades são realizadas como trabalhos experimentais rotineiros sem conteúdo ou carentes de aspectos substancialmente científicos.

Já, outro grupo de professores considera que as atividades de laboratório melhoram a compreensão quando é ilustrado o que já é sabido e assim a aula torna-se mais significativa, como cita um professor: *“Os alunos ficam motivados e tem prazer em ilustrar o que já sabem”*.

Essas afirmações também são passíveis de crítica, como apontado por Zanon e Silva (2000), que consideram que quando o experimento é realizado apenas para comprovar leis “se torna pobre e improdutivo”, compromissando o aluno com o resultado. Parece que esses professores querem dizer, implicitamente, que o indivíduo ao vivenciar uma atividade experimental tem melhores condições de explicitar suas idéias, pois “viu” o que os livros descrevem e, portanto, facilita a compreensão dos significados descritos. Isto não significa, entretanto, que todos os professores não tenham clareza do papel das atividades experimentais e de como explorá-las tendo em vista que desta forma, o aluno tem oportunidade de compreender os conceitos estudados e adquirir conhecimento em vez de memorização dos conceitos.

Há um número expressivo de professores que menciona a atividade experimental como motivadora. Deve-se considerar que embora a motivação faça parte do processo de ensino e aprendizagem é insuficiente para justificar o

investimento necessário para a realização de atividade experimental. Além disso, os procedimentos que facilitam a aprendizagem do estudante não foram mencionados pelos professores, como sinalizam os PCNs (BRASIL, 1999):

A observação, a experimentação, a comparação, o estabelecimento de relações entre fatos ou fenômenos e idéias, a leitura e a escrita de textos informativos, a organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, a proposição de suposições, o confronto entre suposições e entre elas e os dados obtidos por investigação, a proposição e a solução de problemas, são diferentes procedimentos que possibilitam a aprendizagem. (BRASIL, 1999, p. 29).

O Quadro 13 e 14 indica as respostas dos professores quanto às dificuldades em utilizar atividades experimentais com os estudantes e às facilidades em utilizar atividades experimentais demonstrativas com os estudantes.

	Respostas	N
Infra-estrutura	Falta de material	5
	Muitos alunos inviabilizam atividades experimentais	5
	Falta de tempo para preparar as atividades	5
	Dificuldade em organizar materiais ou muita responsabilidade para o professor	4
	Falta auxílio de um técnico	1
	Espaço físico, pia, torneira	1
Aspectos da relação aluno e professor	Faltam pré-requisitos de leitura e cálculo	4
	O interesse do aluno é menor ou ficam muito excitados	2
	Falta curso de especialização para professores	1

Quadro 13 – Respostas dos professores quanto às dificuldades em utilizar atividades experimentais demonstrativas com os estudantes. (N = número de professores)

	Respostas	N
Função didático pedagógico	Motivar e subsidiar a capacidade de raciocínio	6
	No entendimento da teoria e para a sua contextualização	5
	Levar o aluno a formar seu conhecimento e fixar os conteúdos	2
	Demonstrar aspectos macroscópicos da teoria para discussão e conclusão final do conhecimento	3
Motivacional e comportamental	Despertar o interesse de alunos desinteressados	5
	Melhor visualização de todos	4
	É mais atraente na visão do aluno e mais fácil para o professor explicar	3
	É mais rápida de ser executada para iniciar um novo conteúdo	1
	Os alunos ficam no lugar e não provocam tumulto	1

Quadro 14 – Respostas dos professores quanto às facilidades em utilizar atividades experimentais demonstrativas com os estudantes. (N = número de professores).

As dificuldades apontadas pelos professores dizem respeito, principalmente a questões da infra-estrutura escolar, como a falta de material e, quando há, falta organizá-los adequadamente, muitos alunos por classe e falta de tempo para o preparo das atividades. Quanto a aspectos pedagógicos, mencionam a falta de pré-requisitos de leitura e de cálculo, necessários ao acompanhamento das atividades.

Vamos considerar alguns depoimentos dos professores:

“Minha escola não tem laboratório, falta material e minha sala tem muitos alunos”;

“Tenho um espaço, mas não tem torneira e não tem material”;

“Os alunos fazem muita bagunça e não prestam atenção na aula”;

“Não tem auxiliar para organizar a aula antes e depois das atividades, não tenho tempo para organizar as aulas”.

Estas concepções expressas pelos professores são contraditórias, pois remetem à ideia de que a finalidade da experimentação é secundária. Como mostram os quadros 12 e 14 (finalidade e facilidade, respectivamente), os professores consideram que, ao propor atividades de laboratório aos estudantes, estes se sentem motivados, além de favorecer a associação do conhecimento à teoria. No entanto, no quadro 13 (dificuldades), eles afirmam que não proporcionam atividades experimentais, porque têm um número excessivo de alunos, falta tempo ou sala ambiente, reforçando as ideias apontadas por Hodson (1994) e Zanon e Silva (2000) de que os professores usam atividades de laboratório apenas para ilustrar a teoria ensinada ou motivar os alunos.

Apenas um professor considerou que atividades de laboratório facilitam o trabalho em equipe, estimulam a observação e interpretação de fenômenos, contribuindo para a formação de conceitos e a construção de uma visão mais real da atividade científica. Hodson (1994) aponta que um professor, ao compreender que este tipo de atividade pode facilitar o desenvolvimento conceitual, seguramente conceberá as atividades experimentais a fim de ajudar os alunos a conhecerem aspectos como: dar ênfase aos métodos empregados na ciência; gerar interesse pela ciência; buscar informações sobre a história e o desenvolvimento social.

Com relação às facilidades, mais da metade dos professores entende que as atividades de laboratório motivam o estudante e subsidiam a sua capacidade de raciocínio, que despertam o interesse de alunos desinteressados, e que auxiliam no entendimento da teoria.

As visões de alguns professores não parecem tão pautadas nas concepções tradicionais de experimentação para comprovação ou motivação como observado no trabalho de Lima (2005). Essas manifestações estão em consonância com os resultados apresentados no quadro 12, pois estes professores reafirmam suas convicções de que as atividades experimentais facilitam na compreensão dos conceitos estudados, além de despertar o interesse do aluno. O objetivo dos experimentos nas ciências escolares não é o de demonstrar a teoria, algo que parece abstrato, concretizado por meio da experimentação (HODSON, 1994).

Para melhor entendimento dessas ideias, foram consideradas as respostas de alguns professores: *“As atividades de laboratório, motivam os alunos, pois ajuda no raciocínio e melhora o interesse deles pelo assunto tratado”*; *“Ajuda a fixar o conteúdo que está sendo trabalhado”*; *“Desperta o interesse dos alunos desinteressados”*; *“Os alunos ficam no lugar e não provoca tumulto”*.

Hodson (1994) considera que os professores concebem a prática experimental como normal e não como algo extraordinário, além disso, eles têm clareza que estas práticas subsidiarão todos os objetivos de aprendizagem, não explorando seu potencial, muito pelo contrário, são geralmente mal concebidas, confusas e não tem qualquer valor para o ensino e a aprendizagem.

5.2 Plano de aula inicial

Foi solicitado aos professores que elaborassem um plano de aula incluindo atividade experimental, primeiro individualmente e, depois, em duplas, para poderem confrontar suas ideias e perceber a estrutura proposta pelo colega e, assim, avaliassem a necessidade de reelaborar e redimensionar sua aula.

Para a pesquisa será apresentado apenas o plano reelaborado pelas duplas, tendo em vista que os professores, quando iniciaram a elaboração, estavam trocando informações com o colega próximo, talvez por se sentirem constrangidos em expor suas ideias individualmente.

A atividade baseou-se no tema “Transformação química”, apresentado no “Caderno do Professor: Química – Ensino Médio” ²⁷ (material produzido para auxiliar na implementação da Proposta Curricular de Química do Estado de São Paulo) que foi entregue para cada grupo de professores para subsidiá-los na elaboração do seu plano de aula. O tema proposto faz parte do ensino desses professores, assim, a elaboração de um plano de ensino poderia ser útil ao grupo.

A seguir, serão apresentados os cinco planos de aula elaborados pelos professores em diferentes grupos.

Para a análise dos planos de aula, serão considerados alguns aspectos: como o professor concebe sua aula, se são expositivas e as atividades de laboratório ficam para um segundo plano, apenas para constatar o que já foi discutido em sala de aula ou, se media a atividade permitindo que os alunos tenham autonomia para analisar, inferir, buscar informações, pesquisar, confrontar suas ideias e sistematizar o que foi estudado.

Hodson (1994) considera as atividades de laboratório como tendo um papel central no currículo, entende que a experimentação intensifica o entendimento dos conceitos científicos, desde que os alunos estejam envolvidos e lhes sejam oferecidas condições e tempo necessários para o desenvolvimento de habilidades, o que não aconteceu nos planos de aula até aqui expostos.

Para analisar os planos iniciais serão consideradas as etapas apresentadas nos planos de aula dos professores a partir de referenciais teóricos, em cada uma das etapas.

Quanto aos objetivos:

- 1- descritos como conteúdos – ensino pautado no domínio de conteúdos e técnicas, ilustrando um ponto de vista (HODSON, 1988);
- 2- desenvolvimento de habilidades sociais e pessoais – ensino pautado em estabelecer relações entre os conteúdos e no desenvolvimento de competências e habilidades (REID; HODSON, 1987).

Quanto ao papel do experimento:

²⁷ SÃO PAULO Secretaria da Educação. **Caderno do professor: química**, ensino médio - 1ª série, 2º bimestre. São Paulo: SEE, 2008.

- 1- de verificação, quando ocorre apenas a coleta de dados e não são levadas em conta a interpretação dos resultados e a investigação (DOMIN, 1999);
- 2- *por investigação guiada*, quando há um problema a ser investigado e os dados experimentais auxiliam na busca de respostas, por meio de questões que possibilitam os processos de: conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar (DOMIN, 1999).

Quanto às sequências:

- 1- pré-laboratório - quando se propõem questões a serem investigadas ou se propõe um problema a ser pesquisado em busca de respostas para resolvê-lo, além disso, se estes estão coerentes com os objetivos propostos.
- 2- pós-laboratório - considerado o momento em que o aluno terá oportunidade de expor suas ideias, confrontá-las com a dos colegas, comparando, estabelecendo relações, observando os processos de controle das variáveis, elaborando hipóteses.

[...] 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, 1999, p. 36).

Quanto ao papel do professor:

- 1- mediador das atividades, acompanhando e facilitando o processo de aprendizagem para que os alunos possam compreender suas ações, bem como construir os conceitos estudados. Porlán e Rivero (1998) consideram que deve haver articulação entre a concepção de ensino-aprendizagem e sua intervenção pedagógica.
- 2- neutro e centralizador do processo de ensino e aprendizagem no qual o aluno observa, recebem informação sem participação efetiva.

A investigação orientada permite que os estudantes participem ativamente do processo de produção do conhecimento, na aprendizagem e no desenvolvimento da compreensão conceitual (HODSON, 1992).

Quanto ao papel do aluno:

- 1- O experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados, pois é planejado para que o aluno reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações (CARVALHO et al., 1999). Ainda, os alunos, com a mediação do professor, poderiam elaborar seus próprios experimentos, na tentativa de testar suas próprias hipóteses para a resolução do problema. O aluno desempenharia, portanto um papel ativo na construção do seu conhecimento, o que lhe permitiria maior autonomia e responsabilidade (SUART; MARCONDES, 2008; ZULIANI, 2000).
- 2- O aluno não participa das atividades apenas comprova o que está no livro, não explora o potencial da atividade experimental, não investiga, apenas resolve problemas e exercícios propostos pelo professor. Hodson (1994) e Zanon e Silva (2000) afirmam que os professores utilizam atividades de laboratório apenas como ilustração da teoria ensinada ou para motivá-los.

5.3. APRESENTAÇÃO DOS PLANOS E ANÁLISE

Plano de Aula 1

Esse grupo de professores propôs o tema conservação da massa.

Apontaram como objetivos: analisar e perceber a conservação da massa nas transformações químicas.

Os professores indicaram a realização de um experimento tendo como objetivo que os estudantes percebessem a conservação da massa dos reagentes e dos produtos em um sistema fechado.

A atividade proposta foi: colocar 500 mL de solução de ácido clorídrico em um frasco, adicionar 2 g de bicarbonato de sódio em um tubo de ensaio e para o frasco, tomando cuidado para a solução de ácido não entrar em contato com o bicarbonato de sódio; pesar o conjunto e anotar o valor; virar o frasco para o bicarbonato entrar em contato com o ácido.

Em seguida, era proposto que os estudantes observassem a reação de efervescência até cessar. Medir novamente a massa e anotar o valor, destampar o vidro e medir novamente o sistema.

Como pós-laboratório foi indicado uma discussão com os estudantes a partir dos seguintes questionamentos:

- Houve diferença entre a massa inicial e a massa final?
- Como você explica este resultado?

Após as questões, os professores apresentavam duas afirmações, que pareciam ser os objetivos a serem alcançados na compreensão dos conceitos estudados:

- 1- Estas transformações demonstram que, quando acontecem em sistema fechado as massas dos reagentes são iguais às dos produtos.
- 2- Estes conceitos foram demonstrados através de várias experiências pelo químico Lavoisier e ficou conhecida como Lei de Conservação das Massas.

Os professores consideraram que, neste momento, os estudantes começariam a associar o fenômeno a outros fatos de seu conhecimento, inclusive com o meio em que vivem. Eles encerraram com a frase: “A matéria não desaparece, apenas sofre transformação”.

Analisando o plano de aula 1, quanto aos objetivos definidos em termos da competência, de “perceber a conservação da massa”, parecem ter orientado o encaminhamento da atividade proposta.

O experimento não tem o papel de verificação de teorias uma vez que os conceitos envolvidos não são tratados previamente. Não se trata, entretanto, da resolução de um problema e os dados a serem coletados já foram explicitados no procedimento apresentado pelo professor.

Mesmo assim, pode-se perceber a tentativa de levar o aluno a construir o conceito de conservação da massa, considerando-se que os resultados experimentais são tratados em uma atividade pós-laboratório, por meio de questionamentos ao estudante. Na primeira questão “Houve diferença entre a

massa inicial e a massa final?”, pede ao estudante para responder a partir dos dados observados para que constate se houve ou não diferença de massa inicial e final. Na segunda questão proposta “Como você explica este resultado?”, o estudante deverá buscar elementos teóricos para respondê-la, na tentativa de explicar os resultados observados e, neste caso, pode ser considerado um avanço, pois o estudante necessita explicar os resultados a partir de conceitos científicos. Percebe-se que esses professores preocupam-se com detalhes técnicos e de manipulação, o que pode demandar grande quantidade de tempo e de energia (HOFSTEIN; LUNETTA, 1982).

Assim, o papel do aluno reduz a coletar dados. Não se pode depreender o papel do professor, uma vez que o plano não especifica como ele encaminharia a discussão das questões propostas.

Para Hodson (2005), o trabalho prático deve trazer a compreensão conceitual, para auxiliar os estudantes a desenvolverem habilidades de laboratório e dar a eles “*insight*” da pesquisa científica.

Plano de Aula 2

Outro grupo de professores propôs como atividade a observação da conservação do cobre.

Quanto ao objetivo foi o de estudar as proporções de reagentes e produtos através da transformação química, observação da transformação do cobre descrito em um procedimento experimental (análise qualitativa e quantitativa).

No plano de aula, os professores optaram por abordar os seguintes assuntos: “Teoria das Leis de Proporção em Massa”, e “Lei de Lavoisier e Lei de Proust”.

A atividade experimental consta em verificar como se obtém o cobre metálico a partir do óxido de cobre, utilizando como reagentes o óxido de cobre, o carvão e a água de cal preparada anteriormente à atividade. O experimento consistia em colocar carvão, óxido de cobre no tubo de ensaio, pesá-lo adaptando uma rolha furada com um tubo de vidro para recolher o gás formado, que seria borbulhado em um frasco contendo a água de cal. O sistema deveria ser aquecido até a formação do cobre metálico. Como pós-laboratório foi proposta uma discussão com os alunos dos resultados a fim de verificar qual a relação

entre os dados obtidos, a “Teoria da Lei de conservação das massas” e também as proporções entre os reagentes.

Analisando o Plano de aula 2, com relação aos objetivos propostos, estão definidos como conteúdos, para verificar a “proporção dos reagentes e produtos por meio da transformação química”.

A atividade experimental proposta nos parece ter o papel de verificação. Não se trata da resolução de um problema e os dados a serem coletados já foram explicitados no procedimento apresentado pelo professor. Não estão explícitos o pré e pós-laboratório, no entanto, a avaliação nos parece uma etapa pós-laboratório por resgatar a atividade experimental, envolver a análise da teoria da “Lei da conservação das massas” e as proporções entre reagentes e produtos.

O papel do professor e do aluno fica claro. O professor é transmissor e o aluno receptor do conhecimento, uma vez que a aula é expositiva e o plano aponta os tópicos a serem discutidos com os alunos. É importante ressaltar que em um desses tópicos há uma contextualização referente aos metais na sociedade, na indústria e processos de obtenção. Assim, questiona-se como esses professores poderão propor uma discussão com os alunos sobre a “A Lei de conservação das massas”, analisando os resultados obtidos e as proporções entre os reagentes, uma vez que não foram dados subsídios para que o aluno possa realizar tal análise. As concepções e atitudes dos professores refletem uma determinada visão epistemológica e, portanto, têm um papel estruturador, bloqueando ou dinamizando, fragmentando ou integrando parcelas importantes de seu conhecimento profissional (PORLÁN et al., 1997).

Plano de Aula 3

Os professores optaram por abordar o conceito de transformação química primeiramente com os estudantes e, em seguida, aplicar exercícios sobre o tema. Logo após, apresentariam as diferenças entre transformação química e transformação física.

No laboratório, é proposto que os alunos em grupos realizem diferentes atividades, auxiliados pelo professor, com a mesma finalidade, qual seja a de verificar a diferença entre transformação química e transformação física. Cada grupo deve anotar as evidências observadas, apresentar as experiências

vivenciadas aos colegas, bem como os resultados obtidos e quais os conceitos envolvidos.

Como etapa seguinte, foi proposta uma aula no laboratório dividindo a sala em grupo e cada grupo utilizaria materiais diferentes. Com o auxílio do professor, os estudantes realizariam testes com os materiais recebidos, devendo anotar as evidências observadas e depois trocar as informações com os colegas, a fim de chegar ao conceito de transformação química. Por fim, apresentariam as experiências vivenciadas, os resultados obtidos e que conceitos foram constatados.

Como pós-laboratório, foi proposto um debate com toda a sala para que os estudantes pudessem explicitar em qual interação ocorreu a formação de nova substância. O objetivo foi o de perceber as evidências: efervescência na interação entre o ácido clorídrico e carbonato de cálcio; liberação de energia térmica na interação do ácido clorídrico e hidróxido de sódio; formação de um sólido branco na interação entre gás carbônico e água de cal; formação de um sólido gelatinoso na interação entre sulfato de cobre, água e hidróxido de sódio.

Analizando o plano de aula 3 os objetivos estão pautados para que os alunos percebam as evidências de transformação nas interações vivenciadas em laboratório. É abordada a “transformação química” de forma conteudista e expositiva ao ser apontado que inicialmente serão explicados os conceitos de transformação química para depois aplicar exercícios e, em seguida, ser explicada a diferença entre transformação química e transformação física, o que consideramos uma prática tradicional.

A atividade experimental apresentada é bem interessante, uma vez que cada grupo de alunos irá vivenciar atividades diferentes sob orientação do professor, havendo posterior troca de informações entre os grupos para buscar o entendimento do que é transformação química.

Não está identificado o pré e pós-laboratório, no entanto, além da troca de informações após o laboratório, é proposto um debate para que os alunos possam interagir sobre o que ocorreu em cada grupo, fazendo uma exposição da formação das substâncias e suas interações, identificando as transformações químicas.

O experimento não teve papel de verificação de teorias, uma vez que o aluno deve relacionar suas observações com os conhecimentos advindos da aula sobre o conceito de transformação química. No entanto, não há um trabalho que estabeleça o levantamento das ideias dos alunos e a atuação deles em pesquisas sobre o tema.

Quanto ao papel do aluno e do professor, apresenta-se como um professor tradicional, ao expor a teoria antecedendo a atividade experimental, mas nesse caso, o aluno não fica passivo uma vez que há interação entre os colegas do grupo seguido de interação para troca de informações entre grupos e, finalmente, o debate envolvendo professor e aluno. Tal modelo, segundo Tardif (2002), segue o postulado de que a teoria antecede a ação, dando origem a um ensino que, embora tenha como objetivo desenvolver competências ou um saber-fazer limita-se aos saberes teóricos.

Plano de aula 4

Este grupo optou por abordar o conceito de transformação química utilizando como exemplo a chuva ácida.

Os professores propuseram desenvolver os conceitos de ácido e óxido, transformação química e pH. Os materiais que utilizariam na atividade experimental seriam fio de cobre, pétala de violeta, papel de tornassol azul, papel indicador de pH.

O procedimento foi o de confeccionar um funil com o fio de cobre, adicionar enxofre e fixar no vidro juntamente com papel de tornassol azul e pétala de violeta. Queimar o enxofre e tampar o vidro observando as transformações ocorridas. Em seguida, colocar água e verificar o pH.

Como pós-laboratório foi proposto discutir o resultado do experimento. Em seguida, a leitura de um texto sobre chuva ácida e sua discussão. Como trabalho final, foi proposto que os estudantes relatassem formas de evitar a chuva ácida.

Analizando o Plano de aula 4 quanto aos objetivos propostos estão definidos nos conteúdos que envolvem o estudo da chuva ácida, abordando os conceitos de ácido, óxido e pH.

O experimento tem o papel de verificação uma vez que o aluno segue o roteiro atendendo as etapas estipuladas pelo professor para verificar o pH.

Como pós-laboratório há uma discussão sobre o resultado do experimento sem, no entanto, apontar o que será discutido, finalizando a atividade com um trabalho que considera o relato dos estudantes de como evitar a chuva ácida.

O papel do professor é o de transmissor e do aluno receptor do conhecimento. Parece-nos que a estratégia é discutir os conceitos com os estudantes a partir dos resultados obtidos na atividade de laboratório para que eles possam confrontar com as ideias presentes na leitura de um texto. Cabe salientar que a aula proposta não permitiu ao estudante buscar informações, confrontar as ideias iniciais com as científicas o que acaba por transformar em uma atividade com as características tradicionais. Para Tardif (2000), o professor excepcionalmente tem uma teoria ou uma concepção única de sua prática, ou seja, os professores utilizam muitas teorias, concepções e técnicas, conforme a necessidade.

Plano de Aula 5

Estes professores optaram por desenvolver como conteúdo a solubilidade.

Apontaram como competências e habilidades, as de compreender o conceito de solubilidade e quando uma substância é solúvel em diversos solventes.

As estratégias de ensino foram o levantamento de questões sobre o assunto e demonstração experimental.

O desenvolvimento da aula iniciaria com o levantamento de questões que despertassem o interesse dos alunos sobre porque uma substância dissolve-se em água e não em outro tipo de solvente. Em seguida, uma demonstração experimental da dissolução de diversas substâncias em diferentes solventes.

Como pós-laboratório, foi proposto um debate sobre os resultados e respostas às questões levantadas. Como avaliação, foi proposto que os alunos respondessem às questões levantadas e as apresentassem em seus relatórios.

O Plano de aula 5 teve como objetivos desenvolver competências e habilidades na compreensão do conceito de solubilidade ao verificar se uma substância é solúvel em diferentes solventes. Há o levantamento das ideias dos alunos antecedendo a atividade experimental podendo ser considerado um pré-laboratório, sem, no entanto, possibilitar aos alunos buscarem informações para responder às questões.

A atividade experimental é por demonstração, iniciando um questionamento junto aos estudantes, com o objetivo de “despertar o interesse”, sobre o motivo de uma determinada substância dissolver em água e outra não, utilizando diferentes amostras e diversos solutos e solventes, mas não são mencionados quais são as amostras e quais as etapas a serem desenvolvidas na demonstração.

Como pós-laboratório, foi proposto um debate sobre os resultados e respostas às questões levantadas. A avaliação é realizada a partir das respostas dadas pelos alunos em um relatório.

O papel do aluno e do professor está mesclado em momentos de interação, quando o professor faz um questionamento propondo um problema a ser resolvido e, em outros momentos o aluno assiste a apresentação do professor que procura auxiliar na resolução da questão proposta, que a nosso ver, o aluno deverá responder ao visualizar a interação das amostras com a água.

Não é proporcionado ao aluno refutar ou validar a questão proposta e para a compreensão do conceito de solubilidade não está definida qual a estratégia a ser adotada – uso de livro didático ou texto ou pesquisa do aluno.

Consideramos importante o fato de que o grupo pensou no levantamento das ideias dos estudantes, para então vivenciar a atividade de laboratório e posteriormente discutir no grupo de estudantes. A prática profissional dos professores é heterogênea no que diz respeito aos objetivos internos da ação e aos saberes mobilizados (TARDIF, 2000).

Após a análise dos planos de aula, consideramos importante expor o debate ocorrido com os professores, um momento em que foi dada a oportunidade em associar o plano de aula elaborado por eles e os objetivos estabelecidos no curso para que pudessem refletir sobre suas concepções iniciais e qual foi a sua influência quando conceberam o plano de aula. Após a elaboração dos planos, fez-se uma discussão sobre alguns aspectos relativos às atividades experimentais. Alguns destaques estão relatados no quadro 15.

O nível de interação entre os professores e a pesquisadora poderia ter sido melhor, no entanto, foi limitada pelo fato de que os professores não se sentiram à vontade para falar sobre atividades experimentais. Propor e explorar uma atividade experimental com características investigativas não tem sido uma tarefa de fácil realização pelos professores (DOMIN, 1999). As questões propostas pela

pesquisadora serviram para dar início a uma reflexão sobre a importância da experimentação no ensino de química.

Público	Interações
Pesq.	Qual a finalidade da experimentação?
PA	Melhora na compreensão como, por exemplo, a de explicar que a matéria não desaparece, apenas sofre transformação.
Pesq.	Como vocês pensam na elaboração de um plano de aula tendo em vista que haverá uma atividade experimental? Como são propostas estas atividades?
PD	Tem o material do GEPEQ... desde 97 ²⁸ ... na massa dos reagentes houve diferença entre a massa inicial e final, ocorreu transformação.
PB	Fazendo uma maquete dá para ver que “A substância não desapareceu” e sim mudou.
PD	Reação de cátion; trabalhar com chuva ácida e pH; a avaliação será entre os alunos e sempre contextualizando
Pesq.	Estamos refletindo sobre a maneira como propomos atividades experimentais aos alunos. Da forma como foi concebido o plano de aula, há possibilidades de desenvolver nos alunos habilidades conforme apontam os cadernos do professor referentes à “Proposta Curricular de Química”?
PD	A maior dificuldade está em estabelecer relação.
Pesq.	Ao elaborar aulas experimentais, será que estamos dirigindo nossas aulas de maneira a propor ao aluno uma investigação? O que é colocado para que o aluno investigue? Partiu do cotidiano? Faz sentido para o aluno? Ele está sendo envolvido durante o processo ou cumpre etapas determinadas por vocês? Como é feita a sistematização dos conhecimentos?
PB	Os alunos começam a associar outros fatos que conhecem, inclusive o meio em que vivem.
Pesq.	Considera-se o conhecimento prévio do aluno? O aluno resolve problemas? Agrega valores, ética? Como ele se coloca perante os conhecimentos?
PC	Isto é uma reação química, então peguei... e rapidamente o aluno percebeu a reação.
Pesq.	O nível de interação entre professor aluno e aluno professor, faz com que o aluno reflita e depois se posicione para vocês? Vocês percebem quando o o aluno só ouve? A aula fica monótona?

Quadro 15 – Considerações dos professores sobre o plano de aula inicial.

5.4 Discurso dos professores quanto ao papel das atividades experimentais investigativas

No primeiro encontro, foi discutido com os professores qual o papel das atividades experimentais investigativas. As ideias resultantes da reflexão conjunta foram sistematizadas na lousa. Apresentamos algumas ideias dessa reflexão quanto ao papel das atividades experimentais a partir da sistematização feita em sala e das gravações em áudio e vídeo apresentadas nos quadros 16 e 17.

²⁸ GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química. **Interações e Transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas**. São Paulo: EDUSP, 1993.

Público	Interações
PC	Eles têm a teoria, mas não sabem como funciona. A experiência explica a teoria.
Pesq.	Eles ficam mais ativos?
PC	Sim, os alunos ficam mais espertos. Fico de olho para não acontecer nenhum acidente. Aí eu vou explicando porque está acontecendo aquilo. Não tem material, não tem espaço.
PC	Comprovar a teoria - objeto de estudo a partir do conhecimento que já possuem.
PE	Comprovar o conhecimento científico.
PE	Tem teorias que, se a gente exemplificar ele consegue assimilar, já têm outras que se você não colocar experimentalmente ele não consegue abstrair, não consegue entender o que você está falando.
PC	Acho que é motivação. Na aula de ciências a motivação entra em primeiro lugar, eles se interessam mais. Se você falar o que é pH e ficar explicando pH é... Eles não gostam, levando para o laboratório inicialmente é a motivação.
PA	Quando falo, vou fazer uma experiência, nossa!... Eles gostam, perguntam “e aí professor, nós vamos fazer novamente outra experiência?”
Pesq.	Eles ficam mais ativos?
PD	Atividade experimental nos remete a pensar e quando não dá certo eu coloco para eles que os resultados podem alterar não é algo fechado.
Pesq.	Então, você compreende que a ciência não é fechada, não é? Não está organizada e sistematizada de forma a entender que tudo está acabado, pronto?
PD	Concordo, mas não tenho as condições ideais para fazer atividades experimentais.

Quadro 16 – Reflexão dos professores sobre o papel das atividades experimentais.

Público	Levantamento de hipóteses
PC	Facilita a aprendizagem. Facilita a compreensão e a fixação da teoria.
PE	A experiência pode comprovar a teoria, mas também pode não comprovar.
Pesq.	Então como fazer para refutar ou aceitar?
PD	Pode ou não. Olha o exemplo, gelatina com caldo de carne. Discutir com os alunos o procedimento do livro. Passou o tempo o que aconteceu, o experimento falhou, quais o fatores que podem ter influenciado? Discutir isso com os alunos.

Quadro 17 – Reflexão dos professores sobre a elaboração de hipóteses.

Já o levantamento de hipóteses foi considerado pelos professores como importante na explicitação dos conceitos estudados, entretanto, pode-se perceber que eles não têm clareza sobre o significado de formulação de hipóteses.

As ideias apresentadas sobre o papel das atividades experimentais foram sistematizadas no seguinte item:

Qual é o papel das atividades experimentais investigativas para a construção do conhecimento?

As ideias dos professores foram sintetizadas com os seguintes tópicos:

Atividades experimentais como motivação:

- auxilia na construção do conhecimento;
- a ciência é uma atividade experimental - atrelada ao cotidiano;
- é uma ferramenta importante que auxilia na compreensão dos conceitos;
- em algumas teorias, é necessária a experimentação para abstrair os conceitos.

Constatamos que alguns professores associam as atividades práticas ao que já foi verificado em livros ou na aula expositiva. Essas ideias corroboram com as de Zanon e Silva (2000) quando afirmam que os professores realizam os experimentos apenas para comprovar leis.

O professor D compreende que a ciência não é fechada e não está organizada e sistematizada de forma à entender que tudo está acabado e pronto, o que vai ao encontro do que preconizam Carvalho et al. (1998, p. 13) “[...] a Ciência é provisória, está continuamente sendo reconstruída, estamos sempre criando novos significados[...]”. Outro aspecto importante é que esse professor, até considera a possibilidade de discutir com os alunos, quando a atividade não apresenta os resultados esperados, no entanto, alega que não tem condições ideais para realizar atividades experimentais aos alunos, o que nos parece uma contradição, por acreditar qual o papel das atividades experimentais e, alegar que não tem condições para realizá-la.

Percebemos, também, que os professores sentem falta da experimentação quando não conseguem abordar um conceito mais complexo, considerando que essas atividades auxiliam o aluno na compreensão dos conceitos estudados, como exemplifica o professor E: “*Tem teorias que se você exemplificar, ele vai compreender e outras não.*”; “*Estudar pH, a partir de experimentos, os alunos não esquecem mais*”.

O professor D considera que o problema está na matemática e também na interpretação dos dados por parte do aluno. Percebemos que existe um conflito entre o que o professor considera importante e necessário como, por exemplo, levar o estudante ao laboratório para melhorar o entendimento dos conceitos mais complexos e, ao mesmo tempo, considerar que os exercícios envolvendo cálculos são suficientes, o que reforça a crença de que para ser professor basta saber os conteúdos específicos da disciplina e empregar determinadas técnicas pedagógicas (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

Alguns dos professores parecem estar abertos a novas propostas. Pimenta e Ghedin (2002) afirmam que os professores buscam a formação continuada com a finalidade de melhorar sua prática docente frente às necessidades mais prementes, que são os conflitos e dilemas quanto a sua atividade de ensinar.

Nesse contexto, considera-se que o trabalho prático só será relevante quando os professores tiverem clareza de sua finalidade e do potencial educativo que tais atividades podem ter (HODSON, 2005).

O Quadro 18 sintetiza a análise do primeiro plano de aula elaborado em grupos pelos professores.

A análise do primeiro plano de aula está sintetizada no Quadro 18.

QUADRO SINTÉTICO DO PRIMEIRO PLANO DE AULA						
Plano de aula inicial Transformação química	Plano 1	Plano 2	Plano 3	Plano 4	Plano 5	Análise final
Objetivos – Conteúdos (C) ou Desenvolvimento de habilidades (DH)	DH	C	C	C	DH	P1 - Mescla M/T
Papel do experimento – Verificação (V) ou Investigativo (I)	V	V	V/I	V	V/I	P2 - Conteudista
Sequências - Pré-laboratório - Propõe questões (PQ) ou não propõe (NP)	PQ	PQ	NP	NP	PQ	P3 - Mescla T/M
Pós - laboratório - Sistematiza (S) ou Não Sistematiza (NS)	NS	NS	S	NS	S	P4 - Conteudista
Papel do professor - Mediador (M) ou Tradicional (T)	M/T	T	M/T	T	M/T	P5 - Media parcialmente
Papel do aluno – Ativo (A) ou Passivo (P)	P/A	P	P/A	P	P/A	Resumo: Sem caráter investigativo

Quadro 18 – Síntese das análises do Plano de aula Transformação Química.

5.5 Demonstrações experimentais investigativas – entendimentos e visões do grupo de professores

O texto “Demonstrações experimentais investigativas”²⁹ teve como objetivo fornecer elementos para que o professor pudesse compreender como ocorre uma atividade experimental de caráter investigativo, tendo em vista que os autores explicitam o que são essas atividades, como são estruturadas, quais etapas devem ser consideradas chegando até o desenvolvimento da atividade em sala de aula.

Após a leitura do texto, foi promovida uma discussão para que os professores explicitassem seus entendimentos.

Quanto ao papel do professor na sala de aula, houve um consenso do grupo em torno das seguintes ideias:

- levar o aluno a pensar sobre os questionamentos;
- problematizar;
- professor é um guia.

Em relação ao papel do aluno, o grupo entendeu que a atividade deve despertar seu interesse fazendo-o participar da aula.

Ainda, considerando as atividades experimentais de caráter investigativo, os professores foram unânimes em afirmar que tais atividades têm como características o tratamento dos “porquês” e a participação efetiva do aluno.

A seguir são apresentados no quadro 19, trechos da transcrição da discussão, para que se possa caracterizar melhor as visões dos professores e suas práticas.

Quando o grupo de professores foi questionado sobre o papel do professor e do aluno na sala de aula (quadro 20), embora tenham reconhecido com propriedade tais papeis, apontam certas dificuldades, ou seja: “dá trabalho”, “poucos alunos participam”, o que é contraditório, pois ao questionar como tornar

²⁹ CARVALHO, A. M. P.; SANTOS, E.; AZEVEDO, M. C.; DATE, M.; FUJII, S. & NASCIMENTO, V. B. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1999.

o aluno ativo, alguns mencionam que é despertando o seu interesse, o que para um professor “só funciona na teoria”.

Público	Interações
Pesq.	Vocês fazem isso sempre nas suas aulas?
PA	Não
Pesq.	Dá trabalho?
PA	Sim
Pesq.	E em uma situação sem laboratório, como você propõem a atividade? É apresentada na forma demonstrativa?
PD	O resultado não é o mesmo.
PD	O aluno tem que manipular.
Pesq.	Todos vocês levam os alunos a participar de atividades experimentais?
PB	Pouco
PD	Uso há 15 anos, tinha uma caixa de madeira que levava para todas as aulas.
Pesq.	Qual é o papel do aluno na sala de aula?
PD	Participa, mas só meia dúzia é ativa.
Pesq.	Como tornar o aluno ativo?
PA	Despertando o interesse dele.
Pesq.	Como se faz isso?
PA	Na teoria funciona
PD	Problematizando. O aluno traz perguntas sobre a folha de maconha, discutindo a fórmula química em sala de aula, 80% dos alunos ficaram interessados
Pesq.	O que seria, então, uma proposta investigativa?
PC	A proposta investigativa vai levantar os porquês e os caminhos, como argumentar e questionar
PD	O aluno exerce ação, participa do processo.
Pesq.	O que é investigar?
PB	Procurar respostas
PC	O aluno está construindo conhecimento. Ele não é mais um mero expectador, pode realizar mudanças, intervir na sociedade. Coisas que ele não fazia, pode fazer porque agora ele sabe
Pesq.	Qual o papel do professor?
PC	Deve se atualizar para ser o mediador e oferecer atividades com características da atividade experimental investigativa.
PE	Hoje nenhum professor consegue dar aula sem estar bem preparado, os alunos desafiam os professores.
Pesq.	Vocês querem acrescentar algo sobre o texto lido?
PA	Achei interessante o trecho da pagina 49, o capítulo que fala “Como Trabalhamos as Atividades Demonstrativas”.

Quadro 19 – Caracterização dos professores sobre suas práticas.

Para alguns alunos, muitas vezes, a “solução” para o problema parecia simples. Isto porque estávamos trabalhando diretamente com questões relacionadas ao cotidiano deste aluno, mas, em geral, nenhum aluno possuía uma explicação científica para o que estava sendo observado. O papel do professor foi o de construir, com os alunos, essa passagem do saber cotidiano para o saber científico, por intermédio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno (CARVALHO et al., 1999).

Público	Interações
PA	O aluno tem que trazer informações, investigar.
Pesq.	Este trecho é fundamental para a compreensão que está relacionada ao papel do professor e do aluno.

Quadro 20 – Caracterização dos professores quanto às interações professor e alunos.

Porlán e Rivero (1998) consideram que as condições existentes nos ambientes de trabalho do professor – número excessivo de alunos, ambientes desfavoráveis, falta de tempo e material, entre outras questões – contribuem para uma aprendizagem de baixa qualidade.

5.6 Vivência de duas propostas de atividades experimentais – tradicional e investigativa

Foi proposto aos professores que vivenciassem duas atividades, sendo que a metade deles faria uma atividade experimental investigativa (Anexo 4) e a outra metade fariam uma atividade experimental tradicional (Anexo 3).

Atividade investigativa

A atividade investigativa apresentava, inicialmente, a seguinte questão problematizadora: “Sabendo que o cultivo da mandioca se adapta melhor em meio ácido, como você identificaria o solo de um terreno antes de iniciar a plantação da mandioca?”. O procedimento experimental proposto visava dar subsídios para que um conceito operacional de ácido e base fosse formado, a partir de questões apresentadas para análise dos dados obtidos.

As questões sugeridas, no roteiro, para que o aluno pudesse elaborar o conceito de ácido foram:

1. É possível classificar os materiais estudados em grupos diferentes? Em caso afirmativo, quais critérios você utilizou ao propor essa classificação?
2. A água interage com HCl gasoso, tornando-se ácida. O sistema aquoso obtido é chamado de ácido clorídrico. A evidência da acidez é dada pela mudança de cor do papel de tornassol azul. Entre os materiais estudados, quais tornam a água ácida?

3. Esses materiais apresentam comportamentos semelhantes em outros testes realizados?
4. O que você faria para determinar se uma amostra de chuva coletada em uma região industrial está ácida?

Com a formação dos conceitos operacionais de ácido e base, os alunos teriam conhecimentos suficientes para responder ao problema inicial.

Experimento tradicional

A atividade pede para que o estudante identifique as soluções aquosas como ácidas ou básicas, após testar os reagentes descritos em uma tabela com papel de tornassol, fenolftaleína e carbonato de sódio. É também apresentada uma tabela de indicação do pH.

Na discussão, os professores explicitaram seus entendimentos sobre as diferenças existentes entre as duas atividades a partir dos seguintes questionamentos:

- Com quais objetivos e finalidades essas atividades foram elaboradas?
- Qual o papel do professor e do aluno nessas atividades?

Na discussão, os professores não compararam as duas atividades e simplesmente consideraram apenas que havia algumas questões para serem respondidas na atividade investigativa. Entretanto, perceberam o envolvimento cognitivo do aluno quando a pesquisadora insistiu em perguntar qual a intenção das questões propostas na atividade investigativa.

Pode-se perceber certa resistência ou mesmo uma falta de entendimento sobre atividades experimentais com características investigativas. Os professores, por exemplo, consideraram necessário que os alunos já tivessem conhecimento dos conceitos abordados e não que os elaborassem com a realização da atividade, como é apresentado no quadro 21.

Na análise das concepções dos professores, levou-se em conta o conhecimento predominante no momento em que ocorreu o curso de formação, concebendo-o como um conjunto de ideias em evolução considerando-se seu possível e desejável desenvolvimento futuro (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Público	Interações
PC	Essa (investigativa) deve-se pensar no padrão ácido/base – tabela de indicadores. A 3ª questão está em uma direção que poderá ser mais bem formulada, está difícil de entender.
PA	O aluno já tem que saber esses conceitos para realizar o experimento.
PC	Eles não têm como entender a pergunta. A pergunta seria: O resultado obtido no papel de tornassol seria semelhante a outros testes realizados com fenolftaleína, é muito automático.
PD	Ele não vai chegar a lugar nenhum... Não induz o aluno a pensar. Ele não vai pensar.
PB.	A atividade 3 (investigativa) é melhor.
PD	Mais para a realidade da sala de hoje.
PA	A questão 2 pede para ele pensar.
PE	É o aluno vai poder fazer uma associação.

Quadro 21 – Analisando a atividade experimental tradicional e investigativa.

O fator relevante é os professores não perceberem as diferenças existentes entre as duas atividades, o que reflete sua falta de vivência em conceber atividades práticas para os estudantes, com exceção do professor 4, ao expor: *“Esta atividade 2 aqui está tudo mastigado não vai pensar, é como dirigir um carro, ou seja, não exige do aluno pensar”*.

5.7 Planejamento de uma atividade experimental investigativa

O objetivo de utilizar a leitura do texto “Atividades experimentais investigativas e habilidades cognitivas no Ensino de Ciências”, parte da dissertação de Rita de Cássia Suart (2008), que foi adaptado para discutir com os professores o potencial de atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos alunos.

O texto foi adaptado com o objetivo de evidenciar tópicos, referentes a elaboração de questões dirigidas aos estudantes, bem como as respostas dadas por eles. Estas questões mobilizam habilidades cognitivas que demandam diferentes ordens cognitivas, sendo que as habilidades que demandam ordens mais altas possibilitam a reflexão sobre os conceitos estudados e a busca de novas informações, auxiliando o estudante no desenvolvimento da autonomia ao buscar informações, comparar, inferir etc.

As ideias discutidas foram baseadas em autores que têm uma vasta pesquisa sobre o tema, como Domin (1999), que identificou as características de cada habilidade cognitiva, Hofstein et al. (2005), que pesquisaram a equivalência

entre o tempo e oportunidade para desenvolvê-las, e Zoller et al. (2002), que elaboraram categorias voltadas à avaliar o nível cognitivo dos estudantes tanto na sala de aula como no laboratório de química.

Assim, o texto subsidiou os professores para melhor entendimento, de acordo com diferentes contextos e autores, as categorias em que podem ser classificadas algumas habilidades cognitivas e como podem ser desenvolvidas.

Vivência de uma atividade experimental investigativa

Esta etapa traz um significado importante para a pesquisa, tendo em vista que planejar atividades investigativas, explorando suas potencialidades, é um dos objetivos da pesquisa e, portanto, da formação continuada. Deste modo, espera-se que o emprego do texto, crie oportunidades e condições para que os professores possam elaborar atividades mais apropriadas, contendo questões dirigidas aos estudantes para que eles possam desenvolver habilidades cognitivas mais complexas, facilitando o entendimento dos conceitos químicos e a construção de novos conhecimentos. Com isso, a metodologia tradicional, em que os objetivos da atividade experimental residem na observação e na ilustração/confirmação do que está posto nos livros, acaba sendo questionada.

Para elucidar a proposta em questão, duas atividades experimentais investigativas foram escolhidas (GEPEQ, 2005). A primeira analisa o aparecimento de ferrugem a partir de água, ar e palha de aço e é composta por três ensaios. No primeiro, uma porção de palha de aço umedecida é introduzida no tubo de ensaio até ocupar 1/3 de sua capacidade e esse conjunto é emborcado em uma placa de Petri com água; no segundo, a placa de petri com água é mantida, mas o tubo de ensaio que é utilizado está vazio; no terceiro, repete-se o procedimento indicado para o primeiro ensaio, agora com uma placa de petri vazia.

A segunda atividade possibilita a investigação sobre a produção de ferrugem em diferentes situações. Para tanto, nove pregos limpos e polidos são dispostos em tubos de ensaio com condições diversas: ambiente isento de ar (água fervida), de água (uso de secante) e úmido; na presença de outros metais (magnésio, zinco, estanho e cobre) e de solução salina. As observações relativas a cada

sistema em seu estado inicial e final foram anotadas em tabela previamente fornecida. A metodologia e os dados obtidos foram objeto de discussões.

Após vivenciarem este processo, os professores foram solicitados a elaborar um plano de aula que contivesse, pelo menos, uma atividade experimental. E deveriam explicitar como seria conduzida a aula, que questões seriam propostas aos estudantes e com quais objetivos, considerando sua relevância para entender conceitos químicos. Em um primeiro momento os professores trabalharam individualmente e, em seguida, em duplas.

Para este trabalho, foram analisados os planos de aula elaborados individualmente pelos professores, uma vez que se procurava conhecer as ideias e os entendimentos de cada um deles.

Na análise dos planos, os seguintes aspectos foram considerados: i) objetivos - definidos em termos de conteúdos ou de habilidades; ii) natureza da atividade proposta, definida como investigativa ou tradicional; iii) levantamento de concepções dos alunos; iv) análise dos dados pelos alunos, envolvendo a socialização dos resultados e v) atividades pré e pós-laboratório, sendo que no pré-laboratório compreende a pesquisa e pós-laboratório a análise dos resultados. Estas etapas foram consideradas para analisar os planos iniciais.

5.8. Análise dos planos de aula “Ferrugem”

Como já citado neste trabalho, os professores serão identificados por letras sendo Professor A, B, C, D, E e F.

O plano de aula Ferrugem foi elaborado pelos professores e vivenciado por eles para em seguida, discutirem que etapas devem conter um planejamento (descritas acima), e qual o seu objetivo, por entender que este planejamento deve contemplar um aluno ativo, com perspectiva de explorar a atividade experimental de caráter investigativo.

Professor A

O objetivo foi apresentado em termos de conteúdos de ensino, não envolvendo explicitamente habilidades a serem desenvolvidas. O professor

aponta como objetivo: *“Como ocorre a formação da ferrugem e as interferências dos diferentes materiais na oxidação do ferro”*.

Os conteúdos apontados são os seguintes:

- Família dos metais e identificação no cotidiano;
- Utilização e importância de cada metal;
- Escala de potencial de oxidação;
- Reações de óxido-redução e anodo de sacrifício;
- Consumo de oxigênio durante as reações.

A atividade não é apresentada como um problema em que o aluno tenha de buscar soluções. Assim, as atividades pré-laboratório planejadas dizem respeito à preparação do aluno para uma aula expositiva, à organização no laboratório e à manipulação dos materiais, tendo em vista não ocorrerem erros. Além disso, não foram previstos mecanismos para conhecer as concepções que os estudantes já possuem sobre o tema da aula.

A atividade experimental não foi descrita, mas é provável que seja aquela vivenciada por ele no curso, por apresentar os mesmos procedimentos e questões. Entretanto, o fato de incluir a análise dos dados envolvendo a participação do aluno, na tentativa de relacionar observações experimentais com possíveis explicações, pode ser considerado um avanço à tendência ainda tradicional manifestada pelo professor. Um exemplo dessa abordagem tradicional é o objetivo estabelecido para a atividade, de identificar a formação de ferrugem, *“manter a organização na experimentação”* e *“identificar e familiarizar os metais estudados”*, na fase pré-laboratório. Além disso, percebe-se que há excesso de conteúdos, o que desfavorece atingir o seu objetivo.

O professor propôs como pós-laboratório as seguintes questões: *“Qual região que apareceu avermelhada? Por quê?”*; *“A região avermelhada só aparece na palha molhada? Explique.”*; *“Que hipóteses você levantou para chegar às suas conclusões.”*. Tais questões representam um avanço na proposta da aula, uma vez que podem permitir elaborações conceituais por parte dos alunos, se o assunto não tiver sido tratado em aula teórica, prevista no pré-laboratório. Mesmo assim, o fato de o aluno procurar relacionar o que o professor pode ter transmitido

com as observações realizadas parece se configurar como uma oportunidade de aprendizagem significativa.

Como o plano não foi apresentado em termos de um problema, a pesquisadora solicitou ao professor A que formulasse uma possível questão que servisse para iniciar a atividade e envolvesse os alunos na busca de informações sobre o tema.

Parece não ter havido entendimento do desenvolvimento de uma atividade com características investigativas, pois o professor apresenta a problematização após a realização do experimento muito mais como uma questão retórica do que como um recurso pedagógico importante para a elaboração de conhecimentos pelos alunos.

Devemos reconhecer que problematizar não é uma tarefa fácil, requer que o professor esteja atento a uma questão que o estudante deverá perseguir, buscando informações para responder ao problema. O professor mediador busca questionar os estudantes, provocando novas discussões, e conduzir o processo de ensino. Neste contexto, busca-se a construção do conceito científico (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995).

Na reformulação do plano, o professor A introduziu uma pesquisa a ser realizada pelos alunos sobre:

“Como acontece a ferrugem, onde acontece a ferrugem em seu cotidiano e quais são os fatores que influenciam em sua formação”

Entretanto, não se podem depreender os objetivos de tal pesquisa, pois não foram explicitados pelo professor.

O Plano de aula apresentado pelo professor A atendeu parte do que foi proposto, uma vez que os conteúdos são extensos, o que prejudica em atingir os objetivos, além do que não é proposto o desenvolvimento de habilidades. Não foi pensado em um problema a ser resolvido e pesquisado pelo aluno, somente após reformulação do plano de aula é que foi considerado tal problema e assim mesmo, a ser realizado após a prática do experimento.

Professor B

O objetivo do plano de aula do professor B não é apresentado, a atividade se inicia com o pré-laboratório, em que é proposto um levantamento prévio das

ideias dos estudantes, por meio de perguntas sobre quais os tipos de metais, suas propriedades químicas e físicas, quais os existentes no Brasil e sua influência na economia. Ainda, no pré-laboratório, é dada orientação aos alunos sobre os cuidados no laboratório.

As questões propostas aos estudantes destinadas a saber suas concepções prévias podem ser consideradas complexas, pois foge dos objetivos propostos, exigindo um grau de conhecimento que vai além das concepções prévias.

Schnetzler e Aragão (1995) afirmam que o professor precisa saber identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o fenômeno ou conceito estudado. Identificadas essas concepções, o professor planeja e avalia a contribuição das atividades, bem como dos procedimentos de ensino, na promoção da evolução conceitual dos estudantes.

A nosso ver o professor B procurou colocar no plano de aula a mesma sequência vivenciada no curso de formação. Entretanto, ao sugerir como pesquisa que o estudante busque informações sobre a reatividade dos metais, antecedendo a atividade experimental, o que pode indicar que a atividade está concentrada nos conhecimentos que podem ser facilmente encontrados em livros textos. Como o modelo de atividade experimental investigativa representa uma nova prática, consideramos que o professor ainda está em processo de mudança (PORLÁN et al., 1997), o que exige um grande esforço para elaborar tal plano.

O professor considerou que o levantamento de hipóteses se constituísse das seguintes perguntas:

- Qual tipo de material que pode acontecer a ferrugem?
- Em quais lugares encontramos a ferrugem?
- Quais materiais podem enferrujar?
- Como você acha que ela aparece?
- Que fatores contribuem para o aparecimento da ferrugem?
- Tudo que enferruja é feito de ferro?
- Quais outros materiais além do ferro?

A nosso ver, as questões propostas indicam que o professor B confundiu hipóteses com questões a serem propostas para os alunos, não compreendendo o significado do que é uma hipótese. Além disso, estas questões, apesar de

estarem relacionadas ao cotidiano dos estudantes, são muito parecidas com aquelas a serem respondidas durante a atividade experimental, como se pode perceber no exemplo seguinte de questão inicial, “Qual tipo de material que pode acontecer a ferrugem?”; “Que fatores contribuem para o aparecimento da ferrugem?”, e de questão apresentada durante a atividade experimental, “Como acontece a ferrugem e quais os fatores que influenciam?”.

Assim, parece-nos que há dificuldade por parte do professor em planejar uma atividade com as características investigativas.

Apesar das dificuldades apontadas, consideramos um avanço o professor preparar questões dirigidas aos estudantes, o que pode permitir a compreensão dos conceitos estudados, culminando com uma apresentação teórica sobre metais e suas propriedades, proposta para logo após a atividade do laboratório. Em seguida, os alunos são convidados a confrontar suas ideias iniciais com as apresentadas e, a partir dos resultados obtidos na atividade experimental, organizar uma tabela com as questões e respostas do pré-laboratório e pós-laboratório.

O fato de o professor propor ao aluno que relacione os dados iniciais com os finais, pode ser considerado uma forma de resgatar os conhecimentos prévios que os alunos trazem para serem confrontados com os conteúdos estudados, representando, assim, uma ação de planejamento de aula que evidencia práticas que proporcionam condições para que o estudante possa estabelecer relações entre suas observações e os conteúdos (CARVALHO, 2006; PORLÁN; MARTÍN DEL POZO, 2004).

Como avaliação, o estudante deverá emitir um relatório com as conclusões finais da experimentação com a tabela já organizada.

O plano de aula que o Professor B elaborou está bem estruturado pois procurou colocar o aluno ativo, ao solicitar que organize uma tabela, identifique o que sabe em relação às concepções iniciais, no confronto das ideias iniciais e finais, apesar de apresentar algumas lacunas como por exemplo as questões propostas para conhecer as concepções iniciais dos alunos ultrapassam estes saberes.

A prática é feita de fragmentos de atividades, divisíveis em tipos mais ou menos familiares, cada um dos quais sendo visto como vocação para o exercício de certo tipo de conhecimento (SCHÖN, 2000, p. 36).

Podemos, então, finalizar nossas considerações a respeito do plano de aula do professor B entendendo que há uma metodologia que às vezes, aponta para uma orientação que prioriza a contextualização com o cotidiano, o confronto das ideias iniciais com as já preparadas e, em outros momentos, o método experimental é confundido com a pesquisa que antecede a atividade experimental. Por esse motivo, a reflexão feita após a reelaboração dos planos foi importante no sentido de fazer com que o professor pudesse refletir sobre sua prática.

A formação não pode ser tratada como um acúmulo de cursos e técnicas, mas sim como um processo reflexivo e crítico sobre a prática educativa. Investir no desenvolvimento profissional dos professores é também intervir em suas reais condições de trabalho (BRASIL, 2001 p. 37).

Professor C

O objetivo foi apresentado em termos do desenvolvimento da habilidade de o aluno ser capaz de identificar o processo de oxidação dos metais.

O conteúdo se referia “à *classificação dos elementos em metais, não metais e gases nobres; às propriedades dos metais, o potencial de oxidação e a conservação das massas*”. Tais conteúdos transcendem o que foi proposto como objetivo, pois se tratava da identificação do processo de oxidação dos metais. Com tal excesso de conteúdos, o professor pode se afastar do tema em estudo e, portanto, correr o risco de não atingir os objetivos.

No pré-laboratório, são tratadas regras de convivência, segurança no laboratório e a organização dos grupos. Podemos considerar uma tendência tradicionalista, mais voltada aos aspectos procedimentais organizativos, do que a fornecer subsídios aos estudantes para que possam desenvolver todo o potencial que a atividade experimental pode proporcionar.

Apesar disso, o professor C no pré-laboratório indica uma discussão para saber as ideias prévias dos alunos e a problematização com o objetivo de “*despertar o seu interesse*”, o que atende os preceitos apontados por Delizoicov e Angoti (1992) quanto à função da problematização, quais sejam, a motivação para iniciar um conteúdo, com estreita ligação com o cotidiano do aluno. Podemos citar, por exemplo, “*Por que o portão enferruja?*”; “*Será que o portão de alumínio também ‘enferruja’?*”; “*E as jóias (aliança, corrente...) também ‘enferrujam’?*”; “*Por*

que, em regiões litorâneas, o metal ‘enferruja’ mais e mais rápido?”; “Como será este processo?”; “O que é necessário para que um metal ‘enferruje’?”, consideramos questões bastante apropriadas para buscar conhecer as concepções prévias dos estudantes e para serem investigadas e confrontadas as ideias após o entendimento dos conceitos estudados.

Somente uma das questões “*O que é a ferrugem?*” parece “escapar” aos objetivos da problematização, pois exige que o aluno busque uma resposta correta, não provocando a curiosidade nem uma relação direta com as observações do cotidiano.

Para encerrar o pré-laboratório, o professor utiliza o termo “ilustrar” dando ênfase ao aspecto verificacionista que parece imprimir à realização do experimento, ou seja, direcionando a atividade à uma mera explicitação do que irá ocorrer.

Por outro lado, a inclusão da pergunta “*Por que foi umedecida a palha de aço no tubo em que não foi colocada água no vidro relógio?*” remete à ideia de que o aluno deverá buscar informações e comparar os dados recolhidos nos ensaios para elaborar sua resposta, configurando-se, assim, como uma questão investigativa.

Já no pós-laboratório, há a proposta de que os alunos registrem as observações relativas aos resultados da experiência e investiguem os dados obtidos, buscando justificativas. Assim, a avaliação ocorrerá por meio de relatório e de exercícios. Além disso, as respostas fornecidas pelos alunos serão abordadas juntamente com os conteúdos durante o fechamento da atividade.

A elaboração do plano de aula aproxima-se da proposta do curso de formação dos professores, principalmente se levarmos em conta que, mesmo não tendo incorporado todos os elementos discutidos ao elaborar seu plano de aula.

Professor D

O objetivo foi apresentado em termos de habilidades a serem desenvolvidas, tais como: *observação, comparação, diferenciação e estabelecimento de relações com os experimentos*. A proposta é que os alunos analisem os fatores que influenciam ou causam a ferrugem em metais diversos. O problema, então, gera

uma discussão sobre os danos causados pela ferrugem no sistema produtivo, a partir das questões:

1. Por que as janelas, portões, vitrões etc. de ferro estão sendo substituídos por alumínio?
2. Por que em regiões de praia a ferrugem ataca inclusive os carros?
3. Por que as peças de ferro que ficam expostas enferrujam mais rápido pela ação do tempo?

Podemos supor que este plano de aula, quando é solicitado que o aluno compare as características do ferro e do alumínio para responder às questões propostas,

No entanto, o levantamento de hipóteses esperado não acontece efetivamente pois, no lugar de criar condições para a comprovação ou a refutação das expectativas iniciais, as questões direcionam o aluno a encontrar as respostas certas, definitivas.

1. Por que não acontece a ferrugem em objetos que são pintados constantemente?
2. Qual a função da tinta? Seria só proteção?
3. Todos os metais sofrem a mesma ação do tempo? Enferrujam na mesma proporção que o ferro?
4. O que causa a ferrugem?

Os objetivos e as habilidades estão coerentes com o tema e as questões propostas (tidas como hipóteses), consideramos que são interessantes, pois pode mobilizar o aluno na busca de informações, incentivando-o à pesquisa.

Vale ressaltar que, durante a realização do experimento, os alunos se deparam com a pergunta “*Como você explica o aparecimento da ferrugem nos tubos A e C?*”. Tal questão permite que o aluno busque informações e faça comparações para respondê-la, o que é apontado por Zoller et al. (2002) como habilidades que demandam alto grau cognitivo. Por outro lado, podemos analisar que tal questão também direciona o aluno para a resposta correta, e então questionamos: e se ele não tivesse associado o que ocorreu, com o processo do enferrujamento? E se não tivesse visto o que ocorreu no tubo C?

A avaliação será realizada por meio de um relatório. Observando o conjunto, pode-se inferir que a sequência de aula proposta pelo professor D apresenta coerência e atende ao que foi proposto.

Professor E

O objetivo proposto foi em termos do desenvolvimento de habilidades relacionadas à identificação do processo de oxidação dos metais e ao entendimento da oxidação do ferro.

Os conteúdos a serem desenvolvidos são os seguintes:

- classificação dos elementos em metais e não metais;
- propriedades dos metais;
- potencial de oxidação;
- conservação das massas.

No pré-laboratório, a sugestão é o levantamento dos temas e questões relativas aos conteúdos. Além disso, para iniciar as atividades, o plano prevê *uma discussão das regras de laboratório*, demonstrando uma metodologia de utilização do laboratório didático, de certa forma, distante da proposta investigativa esperada (GIL-PÉREZ et al., 1988).

Além disso, os conteúdos listados não parecem ter coerência com os objetivos propostos, visto que “*classificar os elementos em metais e não metais*” não subsidia o aluno a alcançar o “*entendimento do processo de oxidação dos metais*”.

Somado a isso, o professor não apontou, no seu plano de aula, quais seriam as atividades desenvolvidas com os alunos. Entretanto, há evidências de que pode ser a mesma atividade vivenciada no curso de formação dos professores, pois propõe que o aluno “*Relacione o enferrujamento a partir das observações feitas nos três tubos de ensaio*”.

Todavia, como espera que aconteça uma investigação de resultados na busca de justificativas, mas não explicita o encaminhamento do raciocínio, nos parece uma proposta descontextualizada e genérica.

No pós-laboratório, o professor E solicita o registro das observações relativas aos resultados da experiência e à busca de justificativas para explicar os

dados obtidos. Como avaliação, propõe a elaboração de um relatório e a resolução de exercícios. O fechamento prevê a abordagem dos conteúdos acima relacionando-os aos resultados obtidos pelos alunos. De um modo geral, o plano de aula está confuso, não apresenta uma sequência clara e não dá indícios para atingir os objetivos estabelecidos inicialmente.

Professor F

O objetivo está no contexto do desenvolvimento de habilidades que é o de identificar a formação da ferrugem e identificar sua ocorrência no cotidiano.

O plano de aula se inicia com uma problematização (*“Por que ocorre a ferrugem?”*) para saber as idéias prévias dos alunos. Tal recurso tem a intenção de explicitar as ideias dos alunos e despertar o seu interesse para o tema a ser trabalhado.

O estudo dos metais e suas características através das propriedades são os únicos conteúdos listados pelo professor E.

O pré-laboratório, embora não esteja explícito no plano de aula, solicita que o aluno pesquise sobre os fatores que auxiliam o processo de formação de ferrugem e identifique a ocorrência de ferrugem em diferentes materiais. Durante o laboratório, utilizando as mesmas atividades vivenciadas no curso, apresenta duas questões: *“O que provoca o enferrujamento na palha de aço?”*; *“Por que foi umedecida a palha de aço no tubo em que não foi colocada água no vidro relógio?”*.

No pós-laboratório, propõe um levantamento dos dados obtidos pelos alunos durante a atividade, comparando os resultados dos diferentes grupos. Em seguida, questiona *“Qual o papel da água nesse processo?”* e discute as respostas retomando os conceitos que foram estudados.

Na avaliação, solicita um relatório por grupo de alunos.

Percebemos que a metodologia e as estratégias adotadas indicam que o professor compreendeu a finalidade de uma atividade experimental investigativa. Além disso, esta estrutura apresentada pelo professor F corrobora com as ideias de Marcondes (2008), ao apontar que o tema poderá dar um significado especial para a aprendizagem do aluno.

Trata-se, sim, de abordar dados, informações e conceitos para que se possa conhecer a realidade, avaliar situações e soluções e propor formas de intervenção na sociedade (SÃO PAULO, 2007).

A seguir, será apresentado o Quadro 22 uma síntese da análise dos planos de aula Ferrugem.

QUADRO SINTÉTICO DO PRIMEIRO PLANO DE AULA						
Professor	Concepções iniciais	Problema	Pesquisa	Laboratório Questões	Socialização dos Resultados	Sistematização
A	Não há	Após a atividade	Após reformular o plano	Desenvolvimento de habilidades Hipóteses pelo aluno	Não há	Não há
B	Levantamento prévio das concepções dos alunos	Não há	Respostas no livro	Questões são exercícios	Socializa	Relatório
C	Levantamento prévio das concepções dos alunos	Não há	Refere-se ao tema	Não explora a atividade	Socializa e justifica	Relatório
D	Não há	Contextualiza do com o cotidiano	Refere-se ao tema	Explora a atividade	Não há	Relatório
E	Não há	Mal formulado	Não há	Explora a atividade	Não há	Relatório
F	Levantamento prévio das concepções dos alunos	Contextualiza do com o cotidiano	Refere-se ao tema	Explora a atividade	Socializa os dados	Relatório em grupos

Quadro 22 – Síntese da análise dos Planos de Aula Ferrugem.

O Quadro 22 foi elaborado após a análise dos planos de aula que foram produzidos pelos professores, individualmente.

5.8.1 Análise das questões elaboradas pelos professores: Plano de aula Ferrugem

O objetivo desta dissertação é a análise das questões elaboradas pelos professores e apresentadas nos diferentes planos de aula propostos por eles.

Durante o processo de formação continuada, a pesquisadora, em diversos momentos, solicita que os professores elaborem diferentes planos de aula. Assim, propicia momentos de reflexão sobre suas práticas, no sentido de aperfeiçoar seus planos de aula propondo atividades experimentais investigativas que explorem habilidades cognitivas de ordens mais altas, conforme apontado por Suart e Marcondes (2008).

Constatamos que todos os planos de aula elaborados pelos professores apresentam questões que estimulam o aluno a “pensar” durante a atividade de laboratório, o que Carvalho et al. (1999) consideram um favorecimento à reflexão dos estudantes na compreensão do que está ocorrendo naquela etapa, potencializando as análises qualitativas que o auxiliem a passar das concepções iniciais para os conceitos científicos, pois é nesse processo que os alunos identificam as variáveis, procuram verificar as evidências e as regularidades.

Lembramos que as questões foram organizadas e redimensionadas a partir dos referenciais de Shepardson e Pizzini (1991) e de Zoller (2001) e estão apresentadas no quadro 23, separadas por professor para uma análise detalhada.

Professor	Questões propostas pelo professor	Categoria
A	<i>Qual região apareceu avermelhada?</i>	Q1
	<i>Por quê?</i>	Q2/Q4
	<i>A região avermelhada só aparece na palha molhada?</i>	Q2
	<i>Explique.</i>	Q3
	<i>Que hipóteses você levantou para chegar às suas conclusões?</i>	Q4
B	<i>Como você explica o aparecimento da ferrugem nos tubos A e C?</i>	Q3
	<i>Como acontece a ferrugem?</i>	Q2
	<i>Quais os fatores que influenciam?</i>	Q4
C	<i>Relacione o enferrujamento a partir das observações feitas nos três tubos de ensaio.</i>	Q2
D	<i>O que provoca o enferrujamento na palha de aço?</i>	Q4
E	<i>Como você explica o aparecimento da ferrugem nos tubos A e C?</i>	Q3
F	<i>Porque foi umedecida a palha de aço no tubo que não foi colocada água no vidro relógio?</i>	Q2
	<i>O que provoca o enferrujamento na palha de aço?</i>	Q4
	<i>Qual o papel da água nesse processo?</i>	Q2

Quadro 23 – Respostas categorizadas por nível cognitivo (grau de dificuldade crescente), das questões elaboradas pelos professores – Tema Ferrugem.

Analisando as questões propostas pelo professor A, a primeira questão (Q1) requer que o aluno apenas identifique qual a região avermelhada. Com relação à segunda questão pode ser classificada em duas categorias, pois ao nosso ver, as intenções do professor ao formular tal questão não estão claras. Portanto, a

questão seria classificada como Q2 se a resposta requerida do aluno for apenas de reconhecer a situação, identificando a ferrugem, no entanto, o aluno pode fazer inferências sobre as variáveis envolvidas para tirar suas conclusões, assim, poder-se-ia se classificá-la como Q4. A terceira questão (Q2) requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses. Essa exigência não fez parte da proposta de planejamento apresentada por este professor e, como mencionado, o sentido de elaborar hipótese não foi bem compreendido pelos professores. No entanto, considera-se fundamental que alunos proponham hipóteses ao iniciar uma atividade (CARVALHO et al., 1999). Desta forma, faz sentido que o professor proponha a última questão (Q4).

Com relação ao professor B, a primeira questão (Q3) exige do estudante não somente identificação da cor apresentada nos tubos, mas uma explicação das causas dessa ferrugem, o que exige um nível de entendimento bastante complexo. Na segunda questão (Q2), o estudante poderá buscar na memória conhecimentos que expliquem a ocorrência da ferrugem. A terceira questão (Q3) exige do estudante uma explicação para os fatores que influenciam no aparecimento da ferrugem.

O que se percebe na elaboração dessas questões que demandam habilidades cognitivas de ordens mais altas, é que há um empenho por parte do professor no planejamento delas, ainda que não estabelecendo relações entre as habilidades trabalhadas e a questão em si.

Consideramos que a preparação de questões é um processo complexo e exige dedicação e estudo, “[...] *saber fazer, nele estão incluídos os conhecimentos técnicos necessários para que ele tome determinadas decisões e faça opções que orientem sua prática [...]*” (LORENCINI Jr., 2000). Além disso, de acordo com Porlán et al. (1997) o professor, neste ato, necessita refletir, realizando uma metareflexão, sobre o processo seguido de outro para desenvolver esquemas de integração e transferência de significados.

O professor C apresentou apenas uma questão (Q2), que exige dos alunos a habilidade de relacionar o enferrujamento com observações feitas no experimento. Esse professor apresenta concepções simplistas sobre experimentação, pois manifesta as seguintes ideias: “*Eles têm a teoria, mas não*

sabem como funciona” e “*A experiência explica a teoria*”. Portanto, o professor parece ter dificuldade em estabelecer relação entre o real e o teórico.

Geralmente, as demonstrações de experimentos em ciências são feitas como o objetivo de ilustrar uma teoria, ou seja, o fenômeno é demonstrado a fim de comprovar uma teoria já estudada ou em estudo (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993, p. 41).

O professor D também elaborou apenas uma questão (Q4) que exige do estudante não somente a observação, mas uma explicação sobre a ocorrência de ferrugem, exigindo um nível de entendimento bastante complexo – o de identificar os processos de controle para a seleção de informações.

O professor E formulou apenas uma questão (Q3) que exige um grau de habilidade mediana do aluno, a de comparar e analisar as condições em cada tubo de ensaio para explicar o aparecimento da ferrugem.

O professor F elaborou três questões destinadas ao aluno: a primeira (Q2) exige que o aluno estabeleça relação entre os dois sistemas e o processo de formação da ferrugem; a segunda (Q4) exige do aluno uma explicação para a ocorrência de ferrugem; a terceira questão (Q2) é colocada para que aluno perceba o papel da água no enferrujamento da palha de aço.

Consideramos que, para a elaboração de questões, é preciso estar claro qual grau de habilidade se quer desenvolver com o aluno. Além disso, o professor precisa ter clareza do seu papel de educador e conhecer a matéria a ser ensinada (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993). No entanto, percebemos que ao planejarem questões destinadas aos alunos, propõem, logo de início, questionamentos com níveis mais complexos de exigência, sem possibilitar ao aluno reconhecer os fenômenos observados que estão relacionados a explicações mais simples, para depois buscar generalizações, ou seja, não são propostas, primeiramente, questões que solicitem a análise dos resultados obtidos no experimento, os fatores que poderiam explicar o fenômeno para depois estabelecer relações com os conceitos abordados. Isso parece indicar que os professores se encontram em fase de assimilação dessa nova configuração de planejamento das atividades experimentais (PORLÁN, 1994).

5.9 Análise dos Planos de Aula “Reatividade dos Metais”

A tarefa foi a de desenvolver um plano de aula experimental investigativa uma vez que os professores já vivenciaram diferentes atividades, obtiveram informações para o embasamento teórico e foram discutidos com eles todas as etapas que um plano de aula com caráter investigativo deveria conter e, principalmente, a importância da elaboração de questões dirigidas aos alunos. Cabe destacar que, nesse encontro, os professores receberam ácido clorídrico, béqueres e amostras dos seguintes metais: cobre, estanho, magnésio, ferro, zinco e alumínio, para que pudessem elaborar a atividade experimental e, com isto, ter elementos para o desenvolvimento do plano de aula. A pesquisadora não discutiu, previamente, a atividade e tampouco subsidiou os professores no seu planejamento, pois tinha como objetivo perceber se estava claro para o grupo de professores como é uma prática que explora a atividade experimental investigativa.

Apresentaremos os planos de aula elaborados pelos professores, relacionando os planos de aula “Ferrugem” e “Reatividade dos metais”, para analisar as concepções manifestadas e se houver evoluções dessas concepções.

Para análise dos planos de aula serão considerados os mesmos aspectos apresentados no plano de aula “Ferrugem”: objetivos – definidos em termos de conteúdos ou de habilidades-, natureza da atividade proposta, proposição de um problema, análise dos dados pelos alunos, e a discussão para saber as concepções dos alunos, atividades pré e pós-laboratório e questões destinadas aos estudantes.

Plano de Aula Professor A

O professor A elaborou o segundo plano abordando “Sais Iônicos” e estão apresentados no quadro 24 juntamente com o plano de aula “Ferrugem”.

Ao compararmos os planos de aula “Ferrugem” e “Sais iônicos” percebemos que os dois planos propostos pelo professor A incluem o cotidiano do aluno, por solicitar que identifiquem onde aparece ferrugem, no primeiro plano, bem como pedir que eles tragam sais presentes no seu cotidiano, no segundo plano. Esta estratégia parece propiciar a contextualização do cotidiano com os conhecimentos

químicos. Segundo Zuliani (2006), o uso de atividades experimentais relacionadas a fatos cotidianos e no qual é proposto uma investigação, pode auxiliar no processo de evolução conceitual dos alunos.

Ferrugem	Sais iônicos
O objetivo é o de identificar a formação da ferrugem em diferentes objetos.	O objetivo é o de identificar as diferentes reatividades dos metais.
É proposta uma problematização: O que ocorre com o prego nos vários tipos de ensaio? (a ser analisado durante a atividade experimental).	É proposta uma problematização: Quais os possíveis sais presentes em seu cotidiano? (para saber as concepções dos alunos e eles buscarem informações para a atividade experimental)
Análise dos dados pelos alunos: No pós-laboratório não é proposto uma análise pelos alunos, mas o professor abordaria a oxidação, reações de oxidação e explicação do potencial de oxidação.	Análise dos dados pelos alunos: Atividade por demonstração com diferentes reagentes dissolvido em água destilada e os alunos dissolveriam as amostras de casa e observariam a ocorrência de dissolução ou formação de precipitado seguido da verificação da passagem da corrente elétrica em todos os experimentos, inclusive as amostras trazidas por eles.
É proposta uma pesquisa para verificar como acontece, onde acontece a ferrugem em seu cotidiano e os fatores que influenciam a formação da ferrugem (pré-laboratório pós-laboratório : fazem o levantamento dos ensaios).	É proposta uma pesquisa para verificar as soluções homogêneas, heterogêneas, saturação, insaturação e supersaturação no pós-laboratório .
Perguntas propostas: Qual região que apareceu avermelhada? Por quê?; A região avermelhada só aparece na palha molhada? Explique; Que hipóteses você levantou para chegar às suas conclusões. (durante a atividade experimental)	Perguntas propostas: O que é solubilidade? O que é precipitado?; Por que ocorreu a condução de eletricidade?; Por que alguns sais não dissolveram e também não coduziu corrente elétrica? (durante a atividade experimental)
Resultados: É solicitado na avaliação a vivência relacionada aos conteúdos teóricos em forma de relatório.	Resultado: não pede.

Quadro 24 – Planos de aula “Ferrugem” e “Sais iônicos” do professor A.

Os objetivos estão definidos em termo de habilidades em ambos os planos, a de identificar a formação da ferrugem no primeiro plano e, no segundo, a de identificar os sais presentes no cotidiano.

No segundo plano, a problematização exige do aluno apenas a identificação dos sais presentes no seu cotidiano. Entendemos que não é um problema bem definido a ser resolvido pelo aluno, levando-se em conta que é pedido apenas para “identificar os sais presentes no cotidiano”. Isso indica que o aluno não precisará buscar informações para resolver um problema, não obstante pode motivá-lo a buscar informações destes sais, o que podemos avaliar como uma

estratégia interessante para que eles busquem saber a ligação dos sais que trouxeram de casa com os sais apresentados pelo professor durante a atividade experimental.

No segundo plano, as concepções prévias dos alunos é também, o problema de estudo proposto aos estudantes.

A sequência da atividade, no segundo plano, está bem definida, apesar do problema proposto, como já pontuamos, apresentar algumas lacunas. Durante a atividade experimental, o professor sugere que os alunos observem se ocorreu a dissolução ou a formação de precipitado e, em seguida, testem se o material conduz corrente elétrica, por meio do dispositivo.

No primeiro plano, a pesquisa exige do aluno a verificação de como, onde e quais os fatores estão relacionados com a ferrugem, o que consideramos um avanço, no entanto, ainda não é uma prática efetiva do professor A, uma vez que as questões propostas para os alunos pesquisarem, no segundo plano, apesar de estarem coerentes com os conceitos estudados e com a atividade experimental proposta, exigem do estudante apenas a busca de informações inseridas nos livros didáticos.

No segundo plano, há a inclusão de íons (é proposto nos conteúdos o estudo dos íons), subsidiando os alunos no entendimento da condução da eletricidade nas soluções apresentadas. O objetivo é que os alunos associem a condutibilidade à solubilidade dos diferentes sais. A nosso ver, neste momento, o professor perde a oportunidade de associar as propriedades dos sais com as características de cada um deles. A nossa sugestão seria a proposição de uma pesquisa aos estudantes para que buscassem as características do sal e suas propriedades, relacionando-as com a atividade experimental (condutibilidade elétrica dos materiais testados).

O professor aponta que os conteúdos seriam tratados em uma aula expositiva, mas consideramos haver um excesso de conteúdos para a proposta inicial o que dificulta o estabelecimento de metas a serem atingidas pelos estudantes nesse plano de aula.

Consideramos que são apresentados avanços em alguns aspectos e, em outros, o professor A continua concebendo a atividade experimental com características híbridas, pois, em alguns momentos, é possível perceber o aluno

atuando de forma ativa frente à situação apresentada, contextualizando os conceitos estudados com o seu cotidiano e, em outros momentos, conteudista, ao responder mecanicamente, às questões formuladas pelo professor.

No entanto, sabemos que alguns aspectos são mais fáceis de serem assimilados e outros não. Como podemos verificar, há momentos em que o professor propõe aula expositiva e, em outros, o aluno constrói seu conhecimento.

Plano de Aula Professor B

Os planos de aula elaborados pelo professor B – “Ferrugem” e “Reatividade dos metais” são apresentados no quadro 25.

Observando os dois planos de aula consideramos que apresentam a mesma sequência. No primeiro plano, os objetivos estão implícitos e, ao fazer a leitura do plano, nos parece que o objetivo é o entendimento do processo de formação da ferrugem pelo aluno. Já no segundo plano, os objetivos são apresentados no desenvolvimento de habilidades que pedem a identificação dos “agentes agressores”.

No primeiro plano, o levantamento das ideias dos alunos sobre o tema foi pouco elaborado. O professor poderia preparar uma questão problema como: *“Dos metais que vocês conhecem todos reagem? Se isso não ocorre, quais reagem e por que?”*. O levantamento das ideias dos alunos não parece apropriado, pois se destina à busca de informações e não propriamente a saber o que eles conhecem a respeito do tema tratado.

Nos dois planos são apresentadas as hipóteses, o que nos parece, questões a serem pesquisadas. Entendemos que os professores têm concepções distorcidas a respeito do que é uma hipótese, pois não é somente o professor B que compreende a hipótese como questões a serem pesquisadas ou respondidas pelos alunos.

No entanto, como faz parte do plano de aula do professor B, iremos considerá-las como questões propostas aos estudantes. No primeiro plano, são questões iniciais muito mais adequadas para saber as concepções dos alunos do que as propostas anteriormente pelo professor, além do que as consideramos

adequadas e instigantes para iniciar a atividade para serem pesquisadas pelos alunos.

Ferrugem	Metais – Reatividade
O objetivo parece ser o de fazer com que o aluno entenda o processo de formação da ferrugem.	O objetivo foi o de compreender a reatividade dos metais.
Como pré-laboratório ocorreu o levantamento prévio das ideias dos estudantes: Quais são os tipos de metais; suas propriedades químicas e físicas; Quais são os metais existentes no Brasil; Qual a influência na economia; e orientação da organização e cuidados no laboratório.	Como pré-laboratório – Levantamento prévio dos alunos sobre o tema reatividade dos metais.
Propôs hipóteses: Qual tipo de material que pode acontecer a ferrugem?; Em quais lugares encontramos a ferrugem?; Quais materiais podem enferrujar?; Como você acha que ela aparece?; Que fatores contribuem para o aparecimento da ferrugem?; Tudo que enferruja é feito de ferro?; Quais outros materiais além do ferro?	Propôs uma hipótese: A importância no cotidiano - A importância do ferro no organismo; O mito da ferrugem x tétano.
Análise dos dados pelos alunos – observação dos experimentos e confronto das ideias anteriores. (o experimento da palha de aço)	Análise dos dados pelos alunos - analisar os tubos sobre o que ocorreu no momento da reação.
Questões: Como você explica o aparecimento da ferrugem nos tubos A e C; Como acontece a ferrugem?; Quais os fatores que influenciam?.	Questões: Que fatores contribuem para a ocorrência da ferrugem?; Quais as evidências são identificadas da ocorrência da ferrugem?; Como você explica o aparecimento da ferrugem?.
Pesquisa: buscar a reatividade dos metais.	Pesquisar: identificar os agentes agressores e os meios para se evitar a degradação de superfícies metálicas.
Pós-laboratório propôs a análise dos resultados a partir da observação dos experimentos e confronto das ideias anteriores ao experimento c/ resultados obtidos. Levantamento de todos os fatores que poderiam ter influenciado na ferrugem, abordagem teórica de metais e suas propriedades.	Pós-laboratório: Montar uma tabela com os resultados obtidos e confrontar as ideias pré e pós-laboratório a partir da análise da reatividade de cada metal na ordem crescente de reatividade.
Avaliação: Relatório com as conclusões finais da experimentação com a tabela já organizada.	Avaliação: relatório da conclusão final.

Quadro 25 – Planos de aula “Ferrugem” e “Reatividade dos metais” do professor B.

No segundo plano, o professor aponta o levantamento prévio, mas não coloca quais questões ou problema serão considerados. As hipóteses apontadas podem se transformar em questões iniciais para saber as concepções dos estudantes com pequenas mudanças, pois, por exemplo, não fazem sentido as frases “A importância no cotidiano - A importância do ferro no organismo; O mito da ferrugem x tétano”. Elas poderiam ser modificadas em questões como: “O metal ferro que conhecemos é o mesmo existente no organismo?”.

Em ambos os planos, percebe-se que há preocupação da contextualização com o cotidiano do aluno, no entanto, o segundo plano apresenta como objetivo a compreensão da reatividade dos metais, identificando os agentes agressores e os meios para se evitar a degradação de superfícies metálicas, seguido de pesquisa sobre a importância do ferro no organismo e o mito ferrugem x tétano, o que entendemos que, provavelmente, o professor tenha dificuldades em atingir esse objetivo, pois o foco de estudo é o tema “Metais e Reatividade”.

O fato de pedir aos estudantes que observem a reatividade dos metais e organizem os dados em uma tabela, aponta para o favorecimento do entendimento do conceito estudado. Além disso, as questões relativas à saúde podem ser consideradas como uma ampliação do assunto.

O primeiro plano está coerente em todos os aspectos e a pesquisa aponta para buscar a reatividade dos metais. Se for considerado o estudo em espiral aponta para a busca da reatividade dos metais uma ampliação do tema “Ferrugem”, o que vai ao encontro da nossa proposta.

Em ambos os planos, o professor B elaborou questões para os estudantes, sobre as quais iremos nos ater mais adiante, mas consideramos importante o fato do professor preocupar-se na elaboração de questões. A nosso ver o professor B entendeu a proposta que foi discutida junto com seus colegas e a pesquisadora.

Plano de Aula Professor C

Iremos analisar, os planos elaborados pelo professor C – “Ferrugem” e “Reatividade dos Metais” (quadro 26).

Comparando os dois planos podemos destacar que diferente dos professores A e B, estes planos apresentam semelhanças na sua estrutura, os objetivos foram propostos para o desenvolvimento de habilidades, apesar do segundo plano indicar a compreensão de como ocorre e porque ocorre a reação nos metais, indicando mais um questionamento do que propriamente um objetivo.

Se observarmos os dois planos, no que diz respeito ao pré-laboratório, nota-se uma evolução. O primeiro plano apresenta ações procedimentais e generalistas e o segundo busca conhecer as concepções prévias dos alunos:

“Onde vocês notam que os metais reagem no seu dia a dia?”. Em ambos os planos há proposição de um problema coerente com o tema e com os objetivos propostos.

Ferrugem	Reatividade dos Metais
O objetivo foi o de identificar o processo de oxidação dos metais.	O objetivo foi o de compreender como ocorre e por que ocorre a reação nos metais.
Pré-laboratório: levantamento das regras de convivência e segurança no laboratório; organização dos grupos; levantamento das ideias será problematizado para despertar o seu interesse; Comentar todo procedimento que será realizado no laboratório, ilustrando o procedimento.	Pré-laboratório: Verificar qual o pensamento dos alunos sobre reatividade dos metais Perguntar: Onde eles notam que os metais reagem no seu dia a dia.
Problematização: O que é a ferrugem?; Por que o portão enferruja?; Será que o portão de alumínio também “enferruja”? E as jóias (aliança, corrente...) também “enferrujam”?; Por que em regiões litorâneas, o metal “enferruja” mais e mais rápido?; Como será este processo? O que é necessário para que um metal “enferruje”?	Problematização: A reatividade dos metais é um indicador de transformação química? Como pode ser identificado?
Laboratório: experimento da Ferrugem com a palha de aço.	Laboratório: não está apresentado e a partir da análise do plano verifica-se que é o mesmo vivenciado no curso de formação.
Pesquisa não apontada.	Pesquisa: Sobre as questões relacionadas à problematização e trazer suas anotações.
Análise dos dados pelos alunos Pergunta: Por que foi umedecida a palha de aço no tubo que não foi colocada água no vidro relógio?	Análise dos dados pelos alunos – Discutir o resultado e os alunos vão para o laboratório. Após laboratório perguntar se suas ideias iniciais batem com os resultados. Perguntas: Qual dos tubos ocorreu maior reatividade?; Por que alguns materiais parecem menos reativos que outros?; O que explica estas diferenças?
Pós-laboratório Registrar as observações relativas aos resultados da experiência; Investigar os resultados, buscando justificativas para estes resultados; Fechamento: abordagem dos conteúdos amarrando com os resultados dos alunos. Avaliação através de relatório e exercícios.	Pós- laboratório: Pedir que elaborem uma tabela considerando os resultados obtidos do maior para o menor reagente e estabelecendo relação com cada tubo de ensaio. Pedir que os alunos representem por meio de equação química balanceada cada transformação ocorrida nos tubos de ensaio.

Quadro 26 – Planos de aula “Ferrugem” e “Reatividade dos metais” do professor C.

Quanto à pesquisa, no primeiro plano não é pedido. No segundo plano são propostas questões problematizadoras: “A reatividade dos metais é um indicador de transformação química? Como pode ser identificado?”, e os estudantes deverão pesquisar e levar suas anotações para a aula.

Nos dois planos de aula, é apontada a análise dos dados pelos alunos. No primeiro, exige-se o registro das observações a partir dos resultados

experimentais, buscando as devidas justificativas, enquanto no segundo plano, é proposto que os estudantes discutam o resultado de suas pesquisas para, posteriormente, vivenciarem a atividade de laboratório e compararem se suas ideias iniciais estão de acordo com os resultados obtidos, o que consideramos um avanço. Além disso, são propostas questões para o estudante explorar a atividade experimental durante sua realização.

Ao procurar sistematizar os conhecimentos tratados, no primeiro plano, o professor C apresenta os conteúdos relacionando-os com os resultados obtidos, já no segundo plano, consiste em que os alunos representem as transformações químicas observadas por meio de suas respectivas equações químicas. Deve ser salientado que a representação simbólica sucede o fenômeno.

Consideramos que, em ambos os planos, elaborados pelo professor C, estão presentes as ideias discutidas durante o curso de formação continuada, visto que o estudante está ativo, investigando, buscando informações, justificando, elaborando tabelas, a partir das reações mais reativas para as reações menos reativas, para nós, esta é uma proposta investigativa, já que o estudante pode construir seu conhecimento, apesar das ressalvas já apontadas.

Plano de Aula Professor D

O professor D optou por abordar no segundo plano de aula a “Análise da Reatividade dos Metais”, que está apresentada junto com o tema “Ferrugem” (quadro 27).

Comparando os dois planos de aula, podemos afirmar que ambos apresentam a mesma sequência. No primeiro plano, os objetivos apontam para o desenvolvimento de habilidades ao propor que os estudantes analisem os fatores que influenciam ou causam a ferrugem a partir de observação, comparação a fim de estabelecer relações com a atividade experimental já no segundo plano, os objetivos estão definidos em termos de conteúdos a serem estudados, ao se propor o estudo do processo de obtenção dos metais (minério) e os tratamentos que recebem (térmico galvanoplástico).

Ferrugem	Análise da Reatividade dos Metais
O objetivo é o de analisar que fatores influenciam ou causam a ferrugem em diferentes tipos de metais, onde os alunos irão observar, comparar, diferenciar e estabelecer relações com os experimentos.	Objetivo: Processo de obtenção dos metais (minério), os tratamentos que recebem (térmico galvanoplástico).
O problema é a discussão sobre os danos causados pela ferrugem no sistema produtivo a partir das questões: Por que as janelas, portões, vitrões etc. de ferro, estão sendo substituídos por alumínio? Por que em regiões de praia a ferrugem ataca inclusive os carros? Por que as peças de ferro que ficam expostas mais tempo pela ação do tempo enferrujam mais rápido?.	Problematização: Por que para se fabricar estrutura metálica em plataformas (mar) é necessário utilizar diferentes ligas metálicas? Pesquisar o processo de obtenção dos metais (minérios), os tratamentos que recebem (térmico ou têmpera, galvanoplatia).
Hipóteses. Por que não acontece a ferrugem em objetos que são pintados constantemente? Qual a função da tinta? Seria só proteção? Todos os metais sofrem a mesma ação do tempo? Enferrujam na mesma proporção que o ferro? O que causa a ferrugem?	Questões propostas – (o professor ilustra no plano as possíveis respostas) Porque proteger do enferrujamento os metais? (tendência dos metais enferrujarem com o oxigênio do ar). Fatores externos (como a umidade, por exemplo, podem provocar o aumento de massa do metal, alterando seu estado inicial cor). Critérios para utilização de metais de acordo com seu uso. - umidade relativa do ar em determinada região - reatividade dos metais. Que diferentes pontos de uma estrutura metálica apresentam maior e menor tendência para enferrujar?
Análise dos dados pelos aluno - Durante a realização do experimento, foi elaborada uma questão - Como você explica o aparecimento da ferrugem nos tubos A e C?	Análise dos dados pelos alunos – É colocado no plano que os alunos deverão analisar os resultados da atividade experimental e discussão dos resultados.
Na avaliação será pedido um relatório.	Fechamento: Discutir as respostas das questões propostas e contextualizar com a indústria e o sistema produtivo.

Quadro 27 – Planos de aula “Ferrugem” e “Análise da Reatividade dos Metais” do professor D.

Quanto à proposição de um problema constatamos que ambos apresentam um problema a ser resolvido pelos estudantes. O primeiro plano inicia a atividade com a discussão sobre os danos causados pela ferrugem no sistema produtivo, com a proposição de questões que o professor elaborou e estão voltadas ao cotidiano. Estas questões estabelecem relação entre os diferentes produtos, que são desenvolvidos pela indústria, utilizando o ferro ou o alumínio como matéria prima, o que consideramos importante pois, contextualiza com o cotidiano do estudante. No segundo plano, a proposta de analisar e discutir o motivo da estrutura metálica em plataformas (mar) ser composta de diferentes ligas metálicas nos parece um tema atual uma vez que está presente na mídia e diz

respeito às diferentes iniciativas governamentais como exploração do petróleo e o pré-sal.

A análise dos dados pelos alunos parece estar contemplada nos dois planos e estão coerentes com a proposta inicial, sendo que, no primeiro plano, o estudante deve explicar o aparecimento da ferrugem a partir de questões propostas durante a atividade experimental. No segundo plano, há apenas a indicação de que haverá discussão dos resultados. Não há definição de pré e pós-laboratório.

Em outro item, o professor coloca como título “questões”, no entanto, pela leitura do plano de aula percebemos que este item é composto por tópicos como “enferrujamento dos metais”; “fatores externos que aumentam a massa do metal”; e “critérios para utilização de metais de acordo com a sua utilização”. Pelo fato de o professor colocar como questões, podemos entender que os estudantes irão pesquisar e responder esses tópicos, mas não são questões para explorar a atividade experimental e sim para entender a proposta inicial, que é a de discutir as respostas das questões e contextualizar com a indústria e o sistema produtivo, o que nos parece viável. É proposto, também, um item solicitando uma pesquisa sobre o processo de obtenção dos metais e o tratamento que recebem para ser utilizados.

No primeiro plano, as hipóteses são uma série de questões que consideramos interessante, pois motiva o estudante na busca de informações para entender porque ocorre a ferrugem e porque ela não ocorre quando o ferro recebe algum tipo de proteção.

Os dois planos atingem seus objetivos, apesar de não expressarem o que foi discutido no curso. Percebe-se que existe um esforço por parte do professor D em elaborar questões aos estudantes, colocá-los em contato com temas atuais e contextualizados com o seu cotidiano e motivá-los a pesquisarem para discutir no transcorrer da atividade.

Plano de Aula Professor E

A análise dos planos de aula do professor E – “Ferrugem” e “Reatividade dos Metais” – estão apresentados no quadro 28.

Os objetivos de ambos os planos estão configurados em termos do desenvolvimento de habilidades. No primeiro plano, é o de identificar o processo de oxidação dos metais e entender a oxidação do ferro e, no segundo plano, o de identificar a reatividade dos metais, o que consideramos uma sequência que privilegia o estudo em espiral, como foi proposto durante o curso.

No pré-laboratório do primeiro plano, não há um problema para o aluno resolver e há a proposição de um levantamento de regras para o laboratório e dos temas e questões relativas aos conteúdos. A nosso ver, esta prática está baseada em uma concepção de ensino e de aprendizagem tradicional. Além disso, parece-nos que o professor não entende a proposta discutida no curso de formação continuada. Já no segundo plano ocorreu um avanço qualitativo, pois há o levantamento das ideias dos alunos e um problema que diz respeito ao tema estudado: o que eles entendem por reatividade; se há reação em todos os materiais que conhecem e que hipóteses podem ser feitas sobre suas ideias.

A pesquisa, no primeiro plano, é solicitada como uma investigação que busca justificativas para os resultados experimentais obtidos. No segundo plano há uma questão que não é propriamente uma pesquisa, mas busca o significado da palavra reatividade, seguida de investigação sobre reatividade de materiais e suas causas, o que podemos interpretar como planos de aula pensados no estudo em espiral, colocando o aluno pesquisando sobre o tema e tornando-o ativo.

Continuando a análise da proposta do professor E, percebe-se, no primeiro plano, o envolvimento do aluno quando é solicitado que relacione o enferrujamento com as observações feitas durante a atividade experimental e, no segundo, são propostas questões a serem respondidas durante a atividade na qual o aluno irá analisar, comparar as diferenças quanto à reatividade, o que consideramos um avanço em relação ao primeiro plano.

No pós-laboratório do primeiro plano, os estudantes precisam registrar os resultados da experiência e investigar justificativas para sua ocorrência. No segundo plano, os alunos devem analisar os resultados, seguido de apresentação dos grupos, o que favorece a troca de informações e o entendimento dos conceitos estudados. Para nós, é um avanço o fato do professor E colocar apenas uma questão no seu primeiro plano e, no segundo, além das questões propostas,

pede para que os estudantes apontem as diferenças de reatividades analisadas, elaborem uma tabela e apontem as evidências que aparecem nesse processo.

Ferrugem	Reatividade dos metais
Objetivo foi o de identificar o processo de oxidação dos metais e entender a oxidação do ferro.	Objetivo foi o de identificar a reatividade dos metais (está subentendido).
Pré-laboratório: fazer o levantamento das regras de convivência de laboratório e segurança, organização dos grupos, levantamento dos temas e questões relativas aos conteúdos.	Pré-laboratório: fazer levantamento das ideias dos alunos sobre o que entendem por reatividade Problematização: Há reação em todos os materiais que vocês conhecem? Hipótese: que hipóteses podem ser feitas sobre suas ideias.
Investigar os resultados buscando justificativa para tais resultados.	Pesquisar o que significa a palavra reatividade. Quais materiais reagem? Porque?
Análise dos dados pelos alunos – Relacione o enferrujamento a partir das observações feitas nos três tubos de ensaio. Consideramos a questão proposta para ser realizada durante a atividade experimental.	Análise dos dados pelos alunos - Durante a atividade analisar os tubos de ensaio e comparar suas diferenças quanto a reatividade e responder: Qual tubo apresentou maior reatividade? Explique. Qual teve menor reatividade? Porque? Qual deles não reagiu? Porque?
Pós-laboratório – Registrar as observações relativas aos resultados da experiência; Investigar os resultados buscando justificativas para estes resultados.	Pós-laboratório: Analisar os resultados a partir de uma apresentação dos grupos.
Pergunta: Relacione o enferrujamento a partir das observações feitas nos três tubos de ensaio.	Perguntas Que diferenças podem ser vistas a partir da elaboração de uma tabela colocando primeiro a de menor reatividade e por último a de maior reatividade. Que evidências aparecem em que a reatividade foi maior ou menor?
Fechamento – com abordagens dos conteúdos amarrando com os resultados dos alunos. Avaliação – através de relatório e exercícios.	Avaliação: entrega dos resultados.

Quadro 28 – Planos de aula “Ferrugem” e “Reatividade dos Metais” do professor E.

Plano de Aula Professor F

Apresentaremos a seguir a análise do professor F – “Ferrugem” e “Reatividade dos metais” (quadro 29).

O professor F apontou os objetivos do primeiro plano em termos de desenvolvimento de habilidades quando o aluno identifica a formação da ferrugem em materiais do cotidiano. No segundo plano, os objetivos são apresentados como a compreensão da ocorrência da reação dos metais além de sua identificação.

Ferrugem	Reatividade dos metais
O objetivo está no contexto do desenvolvimento de habilidades que é o de identificar a formação da ferrugem e identificar no cotidiano esta ocorrência.	Objetivo: compreender como ocorre e porque ocorre a reação nos metais.
Problematização - “Porque ocorre a ferrugem?”	Verificar quais são as ideias dos alunos sobre reatividade dos metais. Problematização: onde vocês notam que os metais reagem no seu dia a dia? A reatividade é um indicador de transformação química? Como pode ser identificado?
Pesquisa - O aluno irá pesquisar a identificação da ferrugem em diferentes materiais. Pesquisar quais são os fatores que auxiliam na formação da ferrugem.	Pesquisa sobre o assunto para discutir em aula com suas anotações. Pedir que elaborem uma tabela considerando os resultados obtidos do maior para o menor reagente e estabelecer relação entre cada um dos tubos.
Análise dos dados pelos alunos Questões propostas - O que provoca o enferrujamento na palha de aço?; Porque foi umedecida a palha de aço no tubo que não foi colocada água no vidro relógio?.	Pedir o balanceamento das equações para cada tubo (3º ano). Análise dos dados pelos alunos Perguntas: qual dos tubos ocorreu maior reatividade? Explique. Porque alguns materiais parecem menos reativos que outros? O que explica essa diferença?
Pós-laboratório – fazer o levantamento dos dados obtidos pelos alunos durante a atividade, comparando com os colegas. Questionar: Qual o papel da água nesse processo? Discutir os resultados a partir dos objetivos, pedir que falem sobre os conceitos que foram estudados.	Pós-laboratório pergunta: O que acham que vai acontecer fazer a comparação do que sabia antes e o que de fato ocorreu?
Avaliação – Pedir um relatório em grupos dos alunos. Relatório final – entrega.	Avaliação – Apresentação dos resultados e análise dos testes e conclusões.

Quadro 29 – Planos de aula “Ferrugem” e “Reatividade dos Metais” do professor F.

No primeiro plano, o problema proposto se refere a uma investigação na qual o aluno deve buscar informações de como ocorre a ferrugem e, no segundo, inicia a atividade levantando as ideias dos estudantes sobre a reatividade dos metais para, em seguida, propor problema – por meio do qual os alunos notam a reação dos metais no seu cotidiano -, questionar se a reatividade é um indicador de transformação química e como fariam para identificar esse processo.

A pesquisa proposta no primeiro plano pede ao aluno para identificar a ferrugem nos diferentes materiais e os fatores que auxiliam nessa formação, já, no segundo plano, não há uma definição sobre o que o aluno irá pesquisar. Pela descrição do professor, nos parece que a pesquisa está relacionada ao problema proposto e os resultados serão discutidos na sala de aula.

Nos dois planos aparecem questões dirigidas aos alunos para explorar a atividade experimental parece-nos que estão coerentes com os objetivos estabelecidos.

No pós-laboratório, o professor propõe questões aos estudantes sendo que, no primeiro plano, será feito um levantamento dos dados obtidos por grupo para melhor explicitar o processo de formação da ferrugem, questionando sobre o papel da água nesse processo. No segundo plano, é apresentada uma questão para que os estudantes façam previsões dos resultados experimentais e comparem suas ideias antes e após a atividade experimental. Como fechamento é solicitado um relatório.

Acreditamos que o professor atende parcialmente à sequência que estabelecemos, indicando uma evolução, pois, o segundo plano propicia aos alunos aproximações sucessivas ao objeto do conhecimento, levando-os a reflexão.

5.9.1 Análise das questões elaboradas pelos professores: Plano de aula “Reatividade dos Metais”

A categorização das questões referentes ao plano de aula “Metais” proposto pelos professores está apresentada no quadro 30.

A primeira questão proposta pelo professor A (Q1) requer do aluno apenas que responda a partir de informações apresentadas em um livro didático. Com relação à segunda questão (Q3), exige do estudante uma explicação para o que foi observado na atividade experimental, que requer pesquisa e busca de informações. A terceira questão (Q3) demanda que o estudante compreenda a dissolução dos sais e relacione com a condução ou não da corrente elétrica, para tanto, o aluno necessita utilizar conceitos que devem estar assimilados por ele, para responder à questão. A última questão (Q1) trata de evocação de conhecimentos, não se referindo especificamente aos dados coletados.

Analizando essas questões propostas pelo professor A, pode-se considerar que houve uma tentativa de explorar conceitualmente a atividade, entretanto, pode evoluir mais na concepção destas questões. Vale ressaltar que se essas questões não fossem pensadas anteriormente à aula prática, talvez, não alcançassem aquele patamar. Lorencini Jr. (2000) propõe que as questões

dirigidas aos estudantes devam ser preparadas com antecedência, para que as perguntas sejam precisas e não ambíguas na sua formulação, para que tenham a intenção que o professor planejou, tendo em vista que é difícil de organizar de improviso numa seqüência lógica.

Professor	Questões propostas pelo professor	Categoria
A	O que é solubilidade? O que é precipitado?	Q1
	Porque ocorreu a condução de eletricidade?	Q3
	Porque alguns sais não dissolveram e também não conduziu corrente elétrica?	Q3
	Quais os possíveis sais presentes em seu cotidiano?	Q1
B	Que fatores contribuem para a ocorrência da ferrugem?	Q3
	Que evidências são identificadas da ocorrência da ferrugem?	Q2
	Como você explica o aparecimento da ferrugem?	Q3
C	Qual dos tubos ocorreu maior reatividade?	Q1
	Porque alguns materiais parecem menos reativos que outros?	Q3
	O que explica estas diferenças?	Q4
D	Como e porque proteger do enferrujamento os metais (tendência dos metais enferrujarem com o oxigênio do ar)?	Q3
	Que fatores externos (como a umidade, por exemplo), podem provocar o aumento de massa do metal, alterando seu estado inicial (cor)?	Q2
	Que diferentes pontos de uma estrutura metálica apresentam maior e menor tendência para enferrujar?	Q3
	Quais os critérios para utilização de metais de acordo com sua utilização - umidade relativa do ar em determinada região - reatividade dos metais.	Q3
E	Qual tubo apresentou maior reatividade?	Q1
	Explique.	Q3
	Qual teve menor reatividade?	Q1
	Por quê?	Q3
	Qual deles não reagiu?	Q1
	Por quê?	Q3
F	Que diferenças podem ser vistas a partir da elaboração de uma tabela colocando primeiro a de menor reatividade e por último a de menor reatividade.	Q3
	Que evidências aparecem e que reatividade foi maior ou menor?	Q4
F	Qual dos tubos ocorreu maior reatividade?	Q1
	Explique.	Q3
	Porque alguns materiais parecem menos reativos que outros?	Q3
	O que explica essa diferença?	Q4

Quadro 30 – Respostas categorizadas por nível cognitivo das questões elaboradas pelos professores.

Com relação às questões propostas pelo professor, que optou pela reatividade dos metais no seu segundo plano de aula, entendemos que as questões propostas estão contextualizadas em relação ao tema. Sua primeira questão (Q3) exige do aluno buscar informações para responder sobre os “fatores que contribuem para o aparecimento da ferrugem”. A segunda questão (Q2) exige que o aluno busque informações para apontar as evidências relativas ao

aparecimento da ferrugem, portanto, o aluno reconhece a situação problema e identifica o que deve ser buscado. A terceira questão (Q3) demanda a formulação de uma explicação para o que foi observado na atividade experimental, envolvendo a busca de informações e o estabelecimento de relações com os dados que foram analisados.

Notamos que as questões propostas pelo professor B exigem do aluno habilidades cognitivas de ordens mais altas, se compararmos com o plano inicial. Segundo Lorencini Jr (2000), o professor estará melhor preparado para negociar com o inesperado se ele possuir um corpo de questões já pensadas e refletidas, além do que, o professor nos parece que consegue romper com visões simplistas de ensino-aprendizagem como é apontado por Carvalho e Gil-Pérez (1998).

Com relação às questões propostas pelo professor C, a primeira (Q1) requer do aluno a evocação de suas observações, sendo, portanto, de baixa demanda cognitiva. A segunda questão (Q3) exige do estudante identificar o que deve ser buscado e explicar a resolução do problema. A terceira questão (Q4) requer que o estudante utilize os dados obtidos, faça inferências, avalie condições e generalize.

As questões propostas pelo professor C apresentam evolução, se compararmos com as questões apresentadas anteriormente, uma vez que requerem que o estudante não somente busque informações mas proponha uma solução à uma nova questão. Nesse caso, é exigido do aluno níveis mais altos de habilidades cognitivas.

Carvalho e Gil-Pérez (1998) consideram que as habilidades de elaborar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva e mediar e orientar o trabalho dos alunos fazem parte daquelas que os professores deveriam apresentar para desempenhar sua tarefa de ensinar.

A primeira questão (Q3), proposta pelo professor D, exige do aluno explicar fenômenos, reconhecendo o problema e buscando informações pertinentes. A segunda questão (Q2) requer o reconhecimento da situação problema e identificar a variável relevante. A terceira questão (Q3) requer o reconhecimento do estudante e identificação da variável relevante para a explicação da resolução do problema. Na quarta questão (Q4), é exigido que o estudante identifique e estabeleça relação entre variáveis e avalie condições.

O professor D foi capaz de romper com visões simplistas de ensino-aprendizagem, de questionar as ideias de “senso comum”, e desenvolver atitudes de reflexão e crítica (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998).

O professor E, na primeira, terceira e quinta questão (Q1), exige do aluno apenas evocar suas observações. A segunda, a quarta e a sexta questões (Q3) requer que o aluno formule explicações para suas observações, identificando o que deve ser buscado e selecionando informações. Na sétima questão (Q3), o aluno compara, contrasta, para poder explicar a resolução do problema. A oitava questão (Q4) requer que o aluno estabeleça relação entre variáveis e avalie condições e generalize.

O professor E elaborou o maior número de questões, com uma proposta que vai da simples observação ao estabelecimento de processos de controle para a seleção dos dados obtidos. Assim, atinge os objetivos propostos de criar situações para que o aluno desenvolva habilidades que exigem níveis mais altos de cognição. Podemos considerar que o professor foi capaz de adquirir conhecimentos teóricos sobre o processo de aprendizagem das ciências, analisar sua prática e elaborar atividades com potencial de gerar uma aprendizagem efetiva (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998).

O professor F, para a primeira questão (Q1), exige que o aluno apenas evoque suas observações. A segunda (Q3) demanda a formulação de uma explicação para o que foi observado na atividade experimental, envolvendo a busca de informações e o estabelecimento de relações. A terceira questão (Q3) demanda a elaboração de explicações e, para tanto, o aluno deverá reconhecer as variáveis relevantes. A última (Q4) requer que o estudante utilize os dados obtidos, faça inferências, avalie condições e generalize.

O professor F elaborou questões bem definidas que exigem níveis elevados de cognição, o que indica uma certa autonomia e, portanto, condições de realizar as atividades em um nível de compreensão avançado. Nesse caso, nota-se que o professor é capaz de mediar e orientar o trabalho dos alunos, propondo atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998).

Percebemos que todos os professores evoluíram na elaboração das questões se compararmos com as questões propostas no plano de aula “Ferrugem”. Embora na elaboração dos dois planos tenham sido formuladas

questões de diferentes complexidades, o envolvimento do estudante, no segundo plano, é maior. Outro aspecto percebido diz respeito a um maior compromisso dos professores com o aprendizado do estudante. Concordamos com as ideias de Porlán et al. (1998), visto que, na medida em que os professores estão em processo de entendimento de como se explora uma atividade experimental de cunho investigativo, além do que deve-se considerar que esse processo envolve um conjunto de concepções sobre o conhecimento profissional, que compreende questões sociais, práticas, crenças, doutrinas e argumentos científicos e que podemos entender que a evolução do professor pode ser o produto da sua reflexão.

Os professores, durante todo o processo de formação, foram subsidiados com diferentes textos relacionados às atividades investigativas, além das discussões permanentes no sentido de fazê-los refletir sobre suas propostas de ensino e, portanto, percebemos que evoluíram se compararmos com os planos de aula anteriores. Essa reflexão parece ter sido relevante nesse processo, o que corrobora as ideias anotadas por Pimenta e Ghedim (2002), quando afirmam que os professores buscam a formação continuada com a finalidade de melhorar sua prática docente frente às necessidades mais prementes que são os conflitos e dilemas quanto a sua atividade de ensinar.

5.10 Plano de aula final

Para análise do plano de aula final, se faz necessário resgatar algumas etapas que foram propostas aos professores, com vistas ao entendimento da nossa análise.

A proposta de elaborar um curso de formação para os professores partiu da premissa apontada pelas pesquisas que indicam o pouco sucesso obtido após a formação continuada, uma vez que durante o curso de formação continuada os professores aceitam as ideias e posteriormente, retomam a sua prática ou seja, àquela que já possuíam antes do curso de formação continuada. Isso posto, refletimos sobre cada etapa desse curso para alcançarmos, talvez, melhores resultados.

É importante ressaltar que nosso planejamento iniciou-se com um questionário em que foi solicitado ao professor, dados referentes à sua formação,

tempo no magistério, sua exclusividade na rede pública e seu envolvimento com a indústria química que estão apresentados no Quadro 4. Ainda no questionário, analisamos as concepções dos professores referentes às atividades experimentais, dificuldades e facilidades em utilizá-las com os estudantes para que possamos obter parâmetros na avaliação de sua evolução referente às concepções iniciais e posteriores ao curso de formação continuada.

Para ampliar o nosso entendimento sobre como os professores propõem atividades experimentais, o primeiro plano de aula foi “Transformações Químicas” baseado no Currículo Oficial de Química do Estado de São Paulo, não houve orientação do pesquisador, com a finalidade de conhecer suas concepções iniciais.

A etapa seguinte foi a de propor aos professores vivenciarem duas atividades experimentais, uma investigativa e outra tradicional, com o objetivo de discutir as diferenças entre ambas e propiciar para que eles pudessem refletir sobre as vantagens da atividade que estávamos propondo sobre a estrutura das duas atividades.

A próxima etapa foi a vivência da atividade experimental “Ferrugem” seguida de orientações como a estrutura de uma atividade experimental investigativa para que os professores pudessem elaborar um plano de aula estruturado.

Para completar o processo de reflexão, os professores receberam um texto sobre as categorias apresentadas por Zoller et al. (2002) e Shepardson e Spizzini (1991) e as categorias apresentadas por Suart (2008). Essas categorias dizem respeito às questões dos professores para os estudantes, dos estudantes para o professor. Também foram analisadas as questões categorizadas na dissertação de Suart (2008) para verificar a demanda cognitiva de cada uma das questões apresentadas, sendo que a categorização apresentada pela pesquisadora foi retirada e confrontada posteriormente.

No plano de aula seguinte os professores receberiam apenas os reagentes e vidrarias, para que eles elaborassem o plano de aula “Reatividade dos Metais”, que foi entregue e discutido sem reelaboração e individualmente.

Como proposta para entrega de trabalho final o tema sugerido foi “Metais”, por entender que seria uma ampliação do tema “Reatividade dos Metais” mas, percebemos que a grande maioria dos professores resolveu ampliar o plano

apresentado talvez, porque não se sentiram plenamente confiantes para apresentar uma nova versão da ampliação do tema. Dessa maneira, e considerando a discussão feita anteriormente sobre os planos elaborados, optou-se por analisar as modificações apresentadas no plano de aula final no sentido de que poderiam evidenciar evolução dos entendimentos desse grupo de professores.

Optamos por apresentar alguns critérios para análise dos planos de aula que descrevem os níveis apresentados em cada etapa que compõe um plano de aula e estão apresentados no quadro 31. Esses níveis foram estabelecidos considerando que os planos de aula anteriores apresentaram algumas variáveis no delineamento, portanto, para que a nossa análise apresente uma evolução quanto às concepções dos professores, serão considerados os níveis de competência estabelecida.

Nesta pesquisa procurou-se entender como o professor aborda atividades experimentais, quais são os seus objetivos e como propõe questões aos estudantes visando o desenvolvimento de competências e habilidades que demandem alta ordem cognitiva.

O processo formativo que ignora a reflexão e a problematização como seus instrumentos, nega, no seu interior e no seu resultado, a constituição ontológica do ser humano. O caminho de chegada e de instauração do ser humano no mundo se dá pela via da reflexão. Refletir implica ato de busca de compreensão da totalidade das coisas. Isto quer dizer que se constitui num processo contínuo e permanente. A reflexão não se esgota na análise, mas uma tentativa inicial a análise reflexiva, isto é, o ponto de partida de tal processo está situado numa análise do sentido que se dá já na percepção. Perceber é uma forma de interpretação do mundo, de si e das coisas. Mas este processo inicial da reflexividade não se esgota aí (GHEDIN, 2005)

Os professores utilizaram as estratégias discutidas nas orientações, referentes às atividades experimentais investigativas, ou seja: parte-se de um problema relacionado ao cotidiano do aluno, consideram-se as concepções prévias dos mesmos, são propostas atividades experimentais envolvendo os estudantes em pesquisa e na busca de solução para a situação-problema,

discute-se em grupos e no coletivo, e conclusões são elaboradas e compartilhadas.

Níveis	Descrição
N1	<p>Tangencia o tema apresentando certa dificuldade em explicitar a proposta, com tendências tradicionais ou conteudista</p> <p>Objetivo: Tópicos a serem estudados, apresentando os conteúdos específicos ao tema.</p> <p>Levantamento das concepções dos alunos: não apresenta.</p> <p>Problematização: Não apresenta.</p> <p>Pré-laboratório: direcionado à apresentação de conceitos e a aspectos operacionais: apresentação da vidraria e do que ocorrerá no laboratório, conscientização sobre os cuidados, formação de grupos; não há pesquisa.</p> <p>Laboratório – atividade por demonstração: o aluno observa o que o professor apresenta, sem participar.</p> <p>Questões para os alunos: não exploram conceitualmente os dados obtidos na atividade experimental.</p> <p>Pós laboratório: não discute a atividade e pouco contextualiza com os conceitos apresentados no objetivo.</p> <p>Sistematização: não aponta.</p> <p>Papel do experimento: verificação ou ilustração de conceitos</p> <p>Papel do Professor: transmissor do conhecimento, com textos na lousa e exercícios de fixação.</p> <p>Papel do aluno – observa, sem análise com pouca participação na atividade.</p>
N2	<p>Apresenta ideias associadas ao tema, com tendências ainda tradicionais</p> <p>Objetivo: apresenta habilidades genéricas, seguidas de conteúdos a serem estudados.</p> <p>Levantamento das concepções dos alunos: a partir de questões que parecem abordar menos o que os alunos já sabem do que demanda por pesquisas em fontes de informação.</p> <p>Problematização: apresentação de perguntas sobre o conteúdo, que podem ser respondidas consultando o livro didático.</p> <p>Pré-laboratório: discussão das questões apresentadas na problematização.</p> <p>Laboratório: por demonstração ou por realização dos alunos, a partir de um procedimento dado.</p> <p>Questões para os alunos: exploram parcialmente os dados obtidos, sem solicitação de conclusões.</p> <p>Pós-laboratório: discute as etapas, pede elaboração de tabelas ou figuras, propõe alguns exercícios.</p> <p>Sistematização: respostas aos exercícios dadas pelos alunos e pelo professor.</p> <p>Papel do experimento: com características de verificação, porém com uma exploração conceitual inicial.</p> <p>Papel do Professor – transmite, por antecipação, o que será visto no laboratório porém, media as atividades no laboratório e posteriormente permite a participação do aluno na sistematização.</p> <p>Papel do aluno: ativo em algumas etapas do processo.</p>
N3	<p>Explora o tema, com algumas características tradicionais e outras de natureza investigativa</p> <p>Objetivo: apresenta habilidades e competências específicas.</p> <p>Levantamento das concepções dos alunos: a partir de questões</p>

	<p>contextualizadas em relação ao tema e ao cotidiano do aluno.</p> <p>Problematização: apresenta questões para serem pesquisadas relacionadas ao tema.</p> <p>Pré-laboratório: baseado em pesquisa dos alunos sobre os conceitos a serem explorados no laboratório.</p> <p>Laboratório: por realização dos alunos, a partir de um procedimento inicial, completado pelo aluno.</p> <p>Questões: exploram os dados obtidos, com solicitação de conclusões.</p> <p>Pós-laboratório: discussão das etapas, elaboração de tabelas ou figuras, comparação das concepções iniciais com os dados obtidos e elaboração de explicações a partir das comparações feitas.</p> <p>Sistematização: discussão dos resultados para explicitar os conceitos estudados, elaboração de relatório.</p> <p>Papel do experimento: características de atividade experimental investigativa ainda não bem explorada pelo professor, seja pelo excesso de conceitos apontados nos objetivos, seja por não delimitar as questões a serem exploradas, ou, ainda, pela sistematização com questões a serem entregues ou relatório que não aponta os tópicos a serem avaliados.</p> <p>Papel do professor: media as atividades mas, ainda mantém características de um professor tradicional quando propõe pesquisa a partir de questões a serem respondidas por meio de um livro didático.</p> <p>Papel do aluno: participa de quase todas as etapas mas ainda não lhe é dada autonomia para que ele proponha questões, elabore hipóteses etc.</p>
N4	<p>Explora o tema com características investigativa</p> <p>Objetivo: apresenta habilidades e competências a serem desenvolvidas de forma clara e condizente com o tema proposto.</p> <p>Levantamento das concepções dos alunos: pertinente ao tema, contextualizado com a realidade do aluno.</p> <p>Problematização: um problema bem delineado, cujas respostas poderão ser alcançadas por meio da realização da atividade e busca de informações.</p> <p>Pré-laboratório: levantamento de hipóteses, proposição de procedimentos pelos alunos, com base em pesquisas e no próprio conhecimento.</p> <p>Laboratório: por realização dos alunos, a partir de um roteiro previamente acordado anteriormente, os dados são obtidos e analisados pelos estudantes.</p> <p>Questões: exploram os dados obtidos, com solicitação de conclusões e aplicação a novas situações.</p> <p>Pós-laboratório: Aluno expõe suas ideias, confronta com os colegas, compara, estabelece relações, observa os processos de controle das variáveis.</p> <p>Sistematização: Discussão dos resultados a partir do problema proposto, confronto das ideias iniciais e finais, responde ao problema proposto e discute os dados obtidos no laboratório.</p> <p>Papel do experimento: explora a atividade experimental de forma investigativa.</p> <p>Papel do professor: mediador do conhecimento colocando o aluno ativo buscando informações na busca do conhecimento.</p> <p>Papel do aluno: ativo e busca informações adquirindo conhecimento que poderá usá-lo para resolver novos problemas.</p>

Quadro 31 – Níveis de competência dos professores apresentados nos planos de aula.

Como subsídios para a elaboração do plano de aula foram valorizados: a discussão dos textos de fundamentação (citados anteriormente) e o papel de

questões, no contexto das atividades experimentais, que possam promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes. Ainda, foi discutido o papel de uma sistematização das idéias e conhecimentos suscitados no decorrer da atividade, tendo em vista que os estudantes reflitam sobre suas idéias iniciais, percebam se o problema proposto foi respondido, percebam o que produziram no processo.

As análises dos planos de aula de cada um dos professores têm como referência os níveis estabelecidos, descritos no quadro 29.

Professor A

O professor A optou pelo tema “Metais”. A categorização feita para os dois últimos planos está representada na figura 4.

Figura 4 – Apresentação dos dois últimos planos de aula-Professor A categorizados.

Os dois planos apresentam os objetivos estruturados a partir do desenvolvimento de habilidades dos estudantes. No primeiro plano (N2), o objetivo apresenta-se generalizado por não especificar o que será estudado, mencionando apenas a “*identificação das diferentes reatividades*”. Já, no segundo plano (N3), há um detalhamento das competências e habilidades, a partir da “*identificação e reação*”, além da “*comparação e avaliação dos metais*”, que reagiram com o ácido clorídrico, que é o foco do estudo.

Com relação ao levantamento das concepções prévias dos estudantes, no primeiro plano (N2) é proposto um problema “*Quais os possíveis sais presentes em seu cotidiano*” que o professor aponta também ser o levantamento das concepções dos estudantes. No segundo plano (N3), são apresentadas questões bem simples, que estão contextualizadas com o tema e com o cotidiano do aluno.

A problematização apresentada no primeiro plano (N2), se dá por meio de uma questão - “*Quais os possíveis sais presentes em seu cotidiano?*”, que não consideramos um problema propriamente dito. No segundo plano (N3), são propostas questões relativas ao tema, algumas delas, referentes ao cotidiano “*Porque o portão de alumínio não é necessário pintar?*” e outras questões que ampliam o tema, partindo da curiosidade como: “*Porque minha tia colocou platina quando quebrou o ombro?*”.

No pré-laboratório o primeiro plano (N1) apresenta uma pesquisa posterior ao laboratório e as questões destinadas aos alunos podem ser respondidas consultando o livro didático como seguem: “*Verificar as soluções homogêneas, heterogêneas, saturação, insaturação e supersaturação*”, no segundo plano (N2) há a seguinte solicitação: “*Pesquisar sobre o tema que será abordado - Metais*” e “*Reatividade de Metais*”.

Com relação à atividade experimental, proposta para ser feita por demonstração, no primeiro plano (N3) o aluno participa das etapas de observação, anotação do que foi observado, construindo tabelas, e realiza um teste de condutibilidade elétrica, com as amostras trazidas de casa. No segundo plano (N3), além de observar e registrar suas observações, o aluno deve comparar os testes realizados decidindo que sistemas reagiram e os quais não reagiram.

As questões propostas para os alunos explorarem a atividade experimental nos dois planos são consideradas (N2) por explorarem parcialmente os dados obtidos, sem solicitação de conclusão. No primeiro plano, as questões apresentadas são: “*O que é precipitado?*” e “*Porque ocorreu a condução de eletricidade?*”; no segundo plano são apresentadas: “*Porque cada metal reagiu diferente um do outro?*”.

No pós-laboratório, no primeiro plano (N2), é solicitada aos alunos uma pesquisa a partir de questões que pedem as “*definições*” dos temas abordados

para que os alunos tomem conhecimento dos conceitos, o que consideramos pertinente. No segundo plano (N3), o professor faz uma sistematização, a partir das questões apresentadas no laboratório, para que os alunos possam confrontar suas ideias e sejam explicitados os conceitos estudados.

A sistematização, no primeiro plano (N1), não foi definida; no segundo plano (N3) é proposto que os alunos troquem informações sobre os diferentes resultados, que serão confrontados e sistematizados.

Os experimentos propostos nos dois planos (N2) apresentam características de atividade experimental investigativa, porém não estão bem delimitadas, tendo em vista a dificuldade que o professor apresenta em definir cada uma das etapas, talvez pelo fato de ser uma atividade nova e difícil de ser incorporada e explicitada pelo professor. No entanto, percebemos que, apesar das questões ainda não explorarem o potencial da atividade e apresentarem demandas de nível cognitivo mais baixo, consideramos um avanço, pois significa que o aluno deva ter uma nova postura, tanto no laboratório como na sala de aula. Como o tema não é apresentado pronto e acabado, com questões a serem respondidas e no laboratório os alunos não vão apenas para confirmar o que já foi estudado, a atividade se afasta do modelo verificacionista, apontado por Hodson (1994); Silva e Zanon (2000); Carrascosa et al. (2006).

Em algumas etapas das atividades, o papel do professor (N3), é apresentado em ambos os planos como mediador, quando propõe questões a serem pesquisadas que servirão de subsídios na sistematização.

Quanto ao papel do aluno (N2) é dada certa autonomia, mas, ainda não há evolução apresentada entre os dois últimos planos.

É importante ressaltar que o plano final elaborado pelo professor foi aplicado em suas turmas.

O Professor A, às vezes, se mostra aberto ao diálogo e mudanças como se pode perceber no depoimento que fez, após sua apresentação final, em que, numa discussão, pontua: - *“O aluno tem que trazer informações, investigar”*. No início, seu discurso foi o de um professor tradicional como, por exemplo: *“O aluno já tem que saber esses conceitos para realizar o experimento”*.

Quando foi pedido para os professores pesquisarem sobre a Ferrugem para reestruturar o plano de aula, o Professor A foi o único que trouxe uma série de materiais referentes ao tema, com as anotações para alterar seu plano.

É importante ressaltar que o professor declarou, durante a apresentação final, que houve grande envolvimento dos estudantes quando aplicou a atividade, considerou que a participação deles foi efetiva e que gostaram das atividades, sentiram-se valorizados e compreenderam os conceitos estudados.

A evolução apresentada pelo professor A corrobora as ideias de Sacristán (1999), ao considerar que as mudanças acontecem em um processo em andamento: são baseadas em conhecimentos anteriores, incidindo nos contextos em que a prática se desenvolve.

As questões propostas pelo Professor A no último plano, estão apresentadas no quadro 32.

Professor	Questões propostas pelo professor	Categoria
A	1 - "Porque o ouro e a prata não reagiram com o ácido?"	Q3
	2 - "Porque a palha de aço reagiu mais rápido que o prego?"	Q4
	3 - "Porque cada metal reagiu diferente um do outro?"	Q4
	4 - "O que são as bolhas que estão aparecendo?"	Q1
	5 - "De onde vem esse gás?"	Q2
	6 - "Para onde foi o magnésio?"	Q2
	7 - "Virou gás?"	Q3

Quadro 32 – Questões propostas pelo Professor A categorizadas.

A figura 5 apresenta uma visualização das questões categorizadas e suas respectivas demandas cognitivas.

A primeira questão (Q3) exige uma demanda cognitiva em explicar o porquê os dois metais têm reações diferentes a partir de dados conhecidos pelo aluno. Na segunda questão, (Q4) identifica os materiais que estão reagindo seleciona informações, faz inferências e avalia. Na terceira questão, (Q4) exige do aluno explicar porque a reação dos metais é diferente, estabelecendo relações com as propriedades, identificando processos de controle para seleção de informações. A quarta questão (Q1) exige do aluno, apenas recordar uma informação referente ao desprendimento de gás durante a reação dos ensaios. Na quinta e sexta questões, (Q2/Q3) exige do aluno, reconhecer o processo de transformação ocorrida identificando o que ocorreu com o magnésio e, posteriormente, apontar o

desprendimento de gás. Na sétima (Q3), exige que o aluno utilize do seu conhecimento para analisar a questão anterior e responder.

Figura 5 – Questões propostas pelo Professor A categorizadas.

Analisando as categorias das questões, o professor não se ateve somente àquelas que demandam habilidades de níveis mais baixos (Q1 e Q2), apresentando também questões (Q3 e Q4) que exigem do aluno habilidades de mais alta ordem. Assim, considerando o plano proposto, pode-se reafirmar a ideia de que “atividades orientadas para que os alunos construam explicações para o fenômeno em estudo, estabeleçam relações entre os dados e os fatos, formulem hipóteses, demandam habilidades cognitivas de ordens mais altas (Suart e Marcondes, 2006).

Isso posto, consideramos que o Professor A apresentou uma evolução, tendo em vista que, em seus planos iniciais, não propunha fazer o levantamento das concepções prévias dos alunos, a contextualização ocorria apenas após a atividade experimental, não propiciava ao estudante socializar os resultados obtidos. De um plano inicial caracterizado como N1, foi capaz de propor um plano de aula final que alcançou Nível 3.

Professor B

O Professor B optou pelo tema Transformação Química, já abordado por ele anteriormente e, portanto, não amplia o tema metais, que foi a opção dos demais professores. O plano anterior a ser comparado, versava sobre metais.

A figura 6 apresenta os níveis alcançados nesses planos. Os objetivos no plano 1 (N2) estão condizentes com o tema apresentado, que foi o de “Compreender a reatividade dos metais”. No segundo plano (N3), os objetivos também estão coerentes com o conteúdo proposto para ser desenvolvido. Os objetivos também estão definidos em termos de habilidades e competências, que são as de: “Reconhecer a ocorrência de transformações químicas no dia-a-dia e no sistema produtivo” e “Empregar corretamente a linguagem científica na descrição de transformação química”.

Figura 6 – Apresentação dos dois últimos planos de aula-Professor B categorizados.

As concepções prévias dos alunos que o professor procurou conhecer no primeiro plano (N2), estão relacionadas ao tema, porém não diretamente com o cotidiano. A questão apresentada, “O que é reatividade do metais, parece requerer consulta a uma fonte de informação e não suscitar ideias que os alunos já possuem. No segundo plano (N2), o professor procura conhecer as ideias que os alunos têm sobre o que é uma transformação química e como se pode reconhecer a ocorrência desta. Assim, parece que há um avanço no entendimento sobre o que significa conhecer o que os alunos pensam. Tal avanço também se manifesta na atividade pós-laboratório, quando o professor recupera as ideias manifestadas pelos alunos. Dessa maneira, pode-se considerar que o

professor propicia aos estudantes que explorem suas capacidades de compreender e avaliar seus próprios modelos e teorias (HODSON, 1994).

No primeiro plano, a problematização (N2) não está claramente explicitada: são apresentados temas, *“importância do ferro no cotidiano”, “a importância do ferro no organismo” e “o mito da ferrugem x tétano”, e não um problema propriamente dito.* No segundo plano (N3), a problematização se refere às mesmas questões apresentadas para conhecer os que os alunos sabem sobre a ocorrência da transformação química. Não há um problema específico proposto.

Quanto ao pré-laboratório, o primeiro plano apresenta uma pesquisa contextualizada com o tema (N2), solicitando ao aluno que *“Identifique os agentes agressores e os meios para se evitar a degradação de superfícies metálicas”.* No segundo plano, são apresentadas algumas perguntas sobre o amadurecimento de um fruto (banana), que parecem ter como foco que o aluno compare estado inicial e estado final (banana menos madura e banana mais madura) e associe à evidência de transformação química, preparando-o para as observações a serem feitas no laboratório (N4). O professor esclareceu que esta atividade é somente para iniciar a aula, para que o aluno possa identificar as evidências da transformação química. Ainda, é proposta uma busca de informações sobre quais seriam as diferenças entre transformação química e transformação física.

No laboratório, no primeiro plano (N2), há alguns indicadores que sugerem que a atividade experimental deva ser realizada pelos alunos, sendo propostas questões para que eles explorem os dados obtidos. No segundo plano (N3), o experimento sugerido faz parte do caderno de orientações aos professores (1ª série; 1º volume), os alunos devem buscar evidências de transformação química a partir de uma série de testes com diferentes materiais. O estudante deverá compor uma tabela relacionando as evidências verificadas em cada teste, e reconhecer em quais deles pode ter ocorrido transformação química.

As questões para serem exploradas pelos alunos, apresentadas nos dois planos (N3), parecem permitir a reflexão do estudante e posteriormente, confrontação com suas ideias.

Quanto ao pós-laboratório, no primeiro plano (N3), o professor pede que o aluno elabore tabela, e confronte os resultados obtidos com as ideias prévias. No

segundo plano (N3), é proposto uma discussão e análise dos resultados, baseadas na tabela elaborada e confronto das ideias iniciais.

A sistematização no primeiro plano (N2) o professor pede relatório. No segundo plano (N3), discute os resultados e sistematiza o conhecimento.

Consideramos esses enfoques um avanço, pois o aluno poderá confrontar suas ideias iniciais, o que propicia que ele identifique o seu grau de compreensão e o conhecimento adquirido. Suart e Marcondes (2008) apontam que as atividades orientadas pelo professor em que os alunos possam construir explicações para o fenômeno em estudo, possibilitam o estabelecimento de relações entre os dados e os fatos, o que demanda habilidades cognitivas de ordens mais altas.

Em ambos os planos (N3), é proposta uma sistematização dos conceitos, a partir dos resultados experimentais e discussões.

O experimento, em ambos os planos (N3), apresenta características de uma abordagem construtivista mas, ainda não bem delimitada. O professor, também em ambos (N3), media as atividades porém, ainda não consegue elaborar questões que demandam habilidades cognitivas de ordens mais altas.

O papel do aluno (N3) é ativo, em quase todas as etapas, porém, ainda com pouca autonomia.

Analisando o Figura 7, percebemos que o plano de aula final está melhor definido do que o anterior, tendo em vista que os objetivos e a problematização são formulados mais consistentemente.

Estão apresentadas, no Quadro 33, as questões elaboradas pelo professor B para o plano de aula final.

Professor	Questões propostas pelo professor	Categoria
B	1-“Em quais das interações houve a formação de nova substância?”	Q3
	2-“Quais seriam transformações químicas?”	Q2
	3-“Qual a relação entre as evidências e as transformações químicas?”	Q4

Quadro 33 – Questões propostas pelo Professor B categorizadas.

A figura 7 apresenta outra forma de visualizar o nível cognitivo das questões propostas pelo Professor B.

Figura 7 – Questões propostas pelo Professor B categorizadas.

Para responder à primeira questão (Q3), o aluno, baseado em uma tabela que organizou, deve fazer uma análise quanto às evidências das transformações químicas, relacionando-as à formação de um novo material. É esperado que o aluno aplique os conhecimentos que foram sendo discutidos anteriormente, na atividade.

A segunda questão (Q2), o aluno deverá relacionar a formação de novas substâncias ao conceito de transformação química.

A terceira questão (Q4) parece solicitar que o aluno faça uma generalização, devendo selecionar informações e estabelecer relações entre as evidências e as transformações químicas.

As questões propostas pelo Professor B exigem do aluno diversas demandas cognitivas, desde questões destinadas a conhecer suas concepções, questões propostas para a análise dos dados obtidos na atividade experimental, até questões propostas para que o aluno possa fazer sua própria síntese dos conceitos envolvidos na atividade.

A proposta é interessante, mas o professor B parece apresentar dificuldade em colocar no papel os seus objetivos. Isso pode ser visto quando é proposto abordar o amadurecimento da banana para que os alunos compreendam o que é uma transformação química. Na apresentação do professor, quando foi solicitado esclarecimento sobre essa abordagem, nos pareceu que ele pretendia contextualizar a atividade com o cotidiano e não pensou na elaboração das etapas a serem vivenciadas pelos alunos como um problema bem definido a ser pesquisado, e resgatado na sistematização. Além disso, algumas das questões,

embora pareça que há um nível de dificuldade planejado para que o aluno se envolva gradualmente com o conceito, são semelhantes, o que podemos traduzir como falta de habilidade do professor em elaborar tais questões. Deve ser considerado que mudanças na prática docente podem ocorrer de forma mais reduzida ou ampla, e isto envolve a amplitude das concepções implicadas (PORLÁN et al. 1997).

O Professor B apresentou evolução ao planejar atividades experimentais investigativas uma vez que, inicialmente, não contextualizava o conceito com o cotidiano do aluno, as questões propostas poderiam ser respondidas apenas com a consulta a um livro didático e foram propostos exercícios de fixação. Tais problemas não ocorreram no último plano de aula, no entanto, existe uma lacuna referente à problematização, que permaneceu no mesmo patamar do plano inicial. Consideramos que a falta de clareza sobre a finalidade da problematização dificulta a exploração da atividade investigativa pelos alunos. De um plano inicial caracterizado como N2, o professor foi capaz de elaborar um plano final caracterizado como Nível 3.

Professor C

O Professor C desenvolveu o último plano de aula ampliando o tema “Metais”, propôs um problema que envolve a escolha do aro ideal para uma bicicleta.

A figura 8 apresenta os dois últimos planos de aula, elaborados por ele e estão categorizados nas diferentes etapas apresentadas no plano de aula.

O objetivo proposto nos dois planos (N3) é apresentado em termos do desenvolvimento de habilidades. No primeiro plano foi o de “*Compreender como ocorre e porque ocorre a reação nos metais*”. No segundo plano foi: “*Elencar quais reativos são os metais*” e acrescenta no depoimento “*...o aluno deverá estabelecer relação com o metal e sua reatividade para entender que existem diferentes tipos de metais e verificar sua constituição*”.

O levantamento das concepções, no primeiro plano (N3), é proposto no contexto do cotidiano do estudante, pois é solicitado que apontem: “*Onde eles notam que os metais reagem no seu dia a dia*”. No segundo plano (N4), são

apresentadas questões para que os alunos explicitem seus conhecimentos sobre aplicações dos metais no cotidiano.

Figura 8 – Apresentação dos dois últimos planos de aula do Professor C categorizados.

A problematização, no primeiro plano (N3), não apresenta uma situação específica, mas sim questões mais gerais: “A reatividade dos metais é um indicador de transformação química? Como pode ser identificado?” No segundo plano (N4), é elaborado um problema que consideramos bem definido, “Ao escolher uma bicicleta de presente de final de ano, André ficou em dúvida entre duas bicicletas, uma com aro de alumínio e outra com aro cromado, ambas com igual valor, qual apresenta melhor qualidade? Qual será a melhor opção para André?”. O aluno irá buscar elementos para respondê-lo a partir de uma pesquisa e da atividade experimental sugerida.

Esta proposta é apontada por Zuliani (2006) como uma metodologia de ensino investigativa em que o estudante tem um papel ativo no processo de aprendizagem, e o procedimento, propicia que ele se familiarize com a riqueza da atividade, passando a encará-la como atividade aberta e criativa. Portanto, é imprescindível que a tarefa proposta seja desafiadora e significativa, possibilitando a escolha e o controle sobre a própria atividade.

O pré-laboratório, no primeiro plano (N2), consta de uma pesquisa sobre a reatividade dos metais. No segundo plano (N4), é pedido que o estudante pesquise sobre processos de oxidação e quais meios podem ser utilizados para

evitá-los Também, é solicitada a construção de uma tabela para organizar os dados que serão coletados na atividade experimental. A elaboração dessa tabela constituiu-se, a nosso ver, uma competência importante no desenvolvimento do estudante.

Quanto ao laboratório, no primeiro plano (N3), o professor indica a mesma atividade realizada no curso, propondo que os dados sejam registrados pelos alunos em uma tabela. No segundo plano (N4), há um roteiro bem definido para que os estudantes possam explorar a atividade, testar a reatividade de alguns metais pesquisados por eles no seu cotidiano, tendo em vista obter a resposta pedida na problematização.

A atividade apresentada nesse contexto é indicador de que o professor C percorreu o caminho da reflexão, apontada por Ghedin (2000), na direção que possibilita, diante de todos os limites, um rompimento com os seus próprios limites.

As questões propostas no primeiro plano (N3) têm a finalidade de explorar os dados obtidos na atividade experimental. No segundo plano (N4), além de explorar os dados obtidos, o aluno deverá elaborar hipóteses e justificar sua escolha.

No pós-laboratório, no primeiro plano (nível N3), os alunos são solicitados a representar por meio de equações químicas as reações observadas; no segundo plano (N3), devem estabelecer uma ordem de reatividade, relacionar os dados obtidos com o que pesquisaram (oxidação, redução, além de utilizar a linguagem química representacional para os sistemas estudados).

O uso da linguagem, nesse contexto, se justifica, pois não se trata de mera memorização de equações químicas mas, sim, de representação dos fenômenos que foram observados. O aluno pode, assim, entender o significado e a utilidade dessa linguagem.

A sistematização, para o primeiro plano (N3), consiste em comparar os dados obtidos com as ideias iniciais dos estudantes. No segundo plano (N4), são discutidos os resultados, e é proposto que eles indiquem qual o metal ideal para o aro da bicicleta.

O experimento, no primeiro plano (N3), apresenta algumas características de uma atividade investigativa, no entanto, não apresenta uma situação-problema

específica, não são propostas situações para que o aluno levante hipóteses. No segundo plano (N4), as características de uma atividade investigativa estão mais presentes, pois há um problema a ser investigado, exigindo a elaboração de hipóteses, a busca de informações, e, em certa medida, o teste de tais hipóteses.

O papel do professor, no primeiro plano (N3), é o de mediador do processo de ensino, mas, ainda, a autonomia do estudante é restrita. No segundo plano (N4), o professor também é mediador do processo, além de fomentar o protagonismo do estudante.

O aluno, tanto no plano 1 (N3) quanto no plano 2, final (N4), é ativo e participa de várias das etapas. No primeiro plano, ainda não lhe é dada autonomia para, por exemplo, elaborar questões a partir dos dados apresentados, ou mesmo elaborar etapas de procedimento. No segundo plano (nível N4), há uma avanço, pois o aluno deverá propor hipóteses, justificando sua escolha.

Segundo Domin (1999), quando se coloca os estudantes em situações em que se tornam responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento da atividade, passando a conduzir seus próprios experimentos, têm-se condições de propiciar o raciocínio e o desenvolvimento de habilidades de ordens mais altas.

As questões propostas para os alunos no último plano de aula estão expressas no quadro 34.

Professor	Questões propostas pelo professor	Categoria
C	1-“Quais materiais sofreram alteração de imediato ao entrar em contato com o ácido clorídrico?”	Q1
	2- “Quais não apresentaram alterações em contato com o ácido?”	Q1
	3-“Proponha uma hipótese para esse comportamento.”	Q4
	4-“Justifique esse comportamento.”	Q4
	5-“Proponha uma ordem crescente de reatividade.”	Q2
	6-“Com base na experiência realizada, conclua qual a melhor escolha para a bicicleta de André.”	Q4

Quadro 34 – Questões propostas pelo Professor C categorizadas.

A figura 9 apresenta as mesmas questões em forma de gráfico para melhor visualização das categorias.

Figura 9 – Questões propostas pelo Professor C, categorizadas.

A primeira e a segunda questão (Q1) exigem do aluno observação dos ensaios que reagiram e dos que não reagiram, anotando as respostas.

Na terceira questão (Q3), o aluno utiliza os dados obtidos e propõe uma hipótese.

A quarta questão (Q4) requer que o aluno faça inferência, avalie e justifique sua hipótese.

A quinta questão (Q2) exige que o aluno observe e identifique a ordem crescente de reação dos materiais em contato com o ácido.

A sexta questão (Q6) requer que o aluno retome problema inicial, e, após a pesquisa, aponte qual o metal ideal para fazer parte do aro da bicicleta de André.

Consideramos que o plano de aula proposto pelo professor C é, até o momento, o que mais se aproximou de uma atividade experimental investigativa, apontado por Gonzáles (1992) como uma “atividade cujo objetivo é a aplicação de teorias para a resolução de um problema, dando significado à aprendizagem da Ciência, constituindo-se assim, em uma verdadeira atividade teórico-experimental”.

Nesse sentido, o professor contemplou etapas importantes, como por exemplo, o problema proposto está bem definido, as questões elaboradas têm finalidade investigativa e demandam elevado nível cognitivo do aluno. Além disso, foi proposto que os alunos elaborassem hipóteses e justificassem sua opção. Outro fator relevante diz respeito à contextualização dos conceitos estudados com o cotidiano do estudante. Finalmente a sistematização é realizada com a finalidade de analisar as soluções para o problema proposto.

Esse avanço do professor C vai ao encontro do que Porlán et al. (1997) consideraram como um modelo de investigação apresentada como um processo orientado de construção de significados progressivamente mais complexos acerca da realidade escolar e do professor.

O Professor C apresentou uma evolução considerável, analisando seu plano inicial e final. De um plano inicial em que não contextualizava os conceitos com o cotidiano do aluno, as questões propostas não exploravam a atividade experimental, não propunha uma sistematização e pedia apenas um relatório, o professor propôs um plano com várias das características consideradas investigativas. O primeiro plano foi caracterizado como N2 e, no final, o professor foi capaz de propor um plano que alcançou Nível 4.

Professor D

O último plano de aula do Professor D é uma ampliação do tema Reatividade dos Metais.

A figura 10 apresenta a comparação entre os dois últimos planos do professor.

No primeiro plano, o objetivo (N1) foi apresentado como um conteúdo a partir do tema “*O processo de obtenção dos metais e os tratamentos que recebem*”. No segundo plano (N2), está apresentado em termos tanto de conteúdo, quanto de habilidades cognitivas: “*Analisar o comportamento dos metais em interações com outros materiais, sua reatividade e diferentes aplicações na sociedade industrial*”.

Nos dois planos, não há menção a um levantamento das concepções dos alunos (N1).

A problematização no primeiro plano (N3), diz respeito a um questionamento relacionado ao tema abordado: “*Por que para se fabricar estrutura metálica em plataformas (mar) é necessário utilizar diferentes ligas metálicas*”. O segundo plano (N3) apresenta o mesmo nível de abordagem que o anterior, sendo feita a seguinte problematização: “*Por que as montadoras hoje em dia dão a garantia de 5 anos contra corrosão do monobloco dos carros, sendo que no passado não existia garantia?*”; “*Por que não se utiliza mais ferro fundido para fabricar blocos*

de motores?”, o que consideramos um problema bem formulado e contextualizado com o cotidiano do aluno.

Figura 10 - Análise dos dois últimos planos de aula Professor D categorizados

A atividade contextualizada com o cotidiano do aluno, segundo Bianchini e Zuliani (2000), propicia ao estudante o entendimento de que há uma aproximação entre o que se está sendo estudado e sua realidade, tornando-os sujeitos do processo.

Quanto ao pré-laboratório, no primeiro plano (N3) há uma série de questões a serem pesquisadas pelos alunos e estão relacionadas à atividade laboratorial. Percebe-se que o objetivo é o de ampliar o que foi problematizado, para que o aluno possa refletir sobre o processo de oxidação dos metais e suas aplicações, na busca de saber “qual é a função das ligas metálicas”. Zoller (1993) e Morrison e Morgan (1999) consideram que o ensino, sob esta perspectiva, pode propiciar que os estudantes desenvolvam de habilidades pelos estudantes na resolução de problemas, na tomada de decisão, e de pensamento crítico.

No segundo plano, o pesquisador questiona porque não foi proposta uma discussão com os alunos sobre os resultados da problematização e o professor diz: “O aluno irá pesquisar a composição da bitola da chapa do carro”. “Indico um livro a ser pesquisado sobre o calor específico do alumínio, para que o aluno possa ir para o laboratório sabendo o que vai fazer”.

Em relação ao laboratório, no primeiro plano (N2), o aluno deverá realizar a atividade sobre a reatividade dos metais, não sendo proposta uma maneira de organizar os dados coletados. No segundo plano (N3), os alunos realizam a atividade e, durante o processo, preenchem uma tabela para que posteriormente possam comparar e discutir os resultados.

No primeiro plano, não há questões propostas para que o aluno explore os dados obtidos (N1). No segundo plano (N3), é solicitado ao aluno que apresente uma ordem de reatividade dos metais estudados e a compare com a apresentada em um livro didático.

Consideramos a sequência proposta no plano final adequada para que o aluno possa elaborar o conceito gradativamente, vai ao encontro das ideias de Zuliani (2006), ao considerar que esse procedimento favorece que o aluno se familiarize com a riqueza da atividade, contribuindo para a construção do conhecimento em estudo.

No pós-laboratório para o primeiro plano (N2), há menção de que os alunos deverão analisar os dados e comparar os resultados, sem que seja explicitado como isto será feito. No segundo plano (N3), os alunos elaboram uma tabela, comparam seus resultados com os da literatura, e é proposta uma discussão da situação inicial (material utilizado nos monoblocos dos carros). Sob este aspecto, o professor propiciou oportunidades aos alunos para apropriarem-se do conceito químico. Hofstein et al. (2005) consideram que essas oportunidades dadas durante o desenrolar dos trabalhos práticos propiciam o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

A sistematização, no primeiro plano (N3), se refere à apresentação das respostas às questões propostas no pré-laboratório, sendo proposta a contextualização com o sistema produtivo. No segundo plano (N3), a sistematização consiste na comparação dos métodos de obtenção de cada um dos metais utilizados na atividade experimental. Ainda, é proposto um seminário que é o “Projeto Carajás”, seu impacto no desenvolvimento do país e na área ambiental.

O experimento, no primeiro plano (N3), apresenta características investigativas mas, ainda não explora a atividade experimental. Apontamos alguns problemas, como por exemplo, não procura conhecer o que os alunos já

sabem ou como pensam a respeito dos conceitos envolvidos. Outro aspecto diz respeito à exploração dos dados, isto é, não é proposto um encaminhamento para que os alunos possam analisar os dados obtidos. Tal encaminhamento é uma etapa importante pois constitui-se em momentos de apoio às tentativas dos estudantes de repensar e reformular as suas ideias e pontos de vista (HODSON, 1994).

O segundo plano (N4) apresenta características investigativas mais bem estruturadas por apresentar as etapas que se constituem-se em uma atividade experimental investigativa.

Quanto ao papel do professor, no primeiro plano (N3), há momentos em que ele media as atividades mas, ainda, mantém características de um professor tradicional quando não define como o aluno irá explorar a atividade experimental. No entanto, este plano apresenta uma tendência de contextualizar o conceito estudado com a indústria, talvez, pelo fato de a escola se situar nas imediações de indústrias automobilísticas. No segundo plano (N4), o professor também é mediador, mas diferentemente do anterior, define como os dados serão explorados pelo aluno e dá uma certa autonomia, propondo a realização do seminário.

O aluno (N3), em ambos os planos, participa de algumas etapas da atividades, mas, não lhe é dada autonomia para explorar a atividade, como por exemplo propondo procedimentos, ou fazendo previsões.

No entanto, no segundo plano, há indícios de uma participação mais efetiva, quando é proposto que o aluno organize um seminário, possibilitando a sistematização do conhecimento ao expor e socializar seu projeto.

As questões propostas para os alunos no último plano de aula estão expressas Quadro 35.

Professor	Questões propostas pelo professor	Categoria
D	1-“Que materiais reagiram com o ácido?”	Q2
	2-“Coloque em ordem crescente em termos de reatividade de cada metal”	Q3
	3-“O que você concluiu ao comparar com a tabela de reatividade apresentada no livro?”	Q2
	4-“Escreva as equações das transformações. Que íons foram formados?”	Q2

Quadro 35 - Questões propostas pelo Professor D categorizadas.

A primeira questão (Q2) exige uma comparação para saber quais materiais reagiram e quais não reagiram o que implica em analisar todos os materiais.

Estas mesmas questões, estão também representadas na figura 11 para melhor visualização.

Figura 11 – Questões elaboradas pelo Professor D categorizadas.

A segunda questão (Q3) exige o reconhecimento da situação problema e do que dever ser buscado, comparação e sequenciação dos dados experimentais.

Na terceira questão (Q2), deve ser feita uma comparação entre os diferentes dados.

Na última questão (Q2), o aluno deverá buscar um dado já conhecido e representar os fenômenos observados por meio da equação química.

Consideramos que o professor D evoluiu no último plano de aula pois, inicialmente, parecia não reconhecer a necessidade de acompanhar o processo cognitivo do aluno, apresentando um encaminhamento para a atividade que parecia exigir um salto cognitivo. Neste último plano, entretanto, o processo de construção do conhecimento parece mais evidente. O professor avançou na construção de questões que se interrelacionam, tanto do ponto de vista conceitual, quanto cognitivo. As perguntas assim elaboradas podem acionar processos cognitivos que requererem habilidades como esclarecer, rever, conferir e processar as informações (LORENCINI JR, 2000).

Neste no último plano o professor D avançou quando estava planejando sua atividade, formulou questões adequadas para conduzir o processo que pretende desenvolver com seus alunos. Quando se lançam perguntas, a resposta deve

corresponder ao mesmo nível de cognição, sendo assim, o professor deve ter habilidades, o que exige postura do professor, reflexão constante, antecipando qual será o próximo passo, mesmo que ele tenha planejado bem sua atividade (LORENCINI JR., 2000).

O Professor D apresentou evolução se considerarmos seu plano inicial e final. Inicialmente, não propunha o levantamento das concepções dos alunos, nem a socialização dos resultados da atividade experimental e pedia apenas um relatório, sem a sistematização do conhecimento. Esse plano foi caracterizado como N2, e no plano final o professor foi capaz de propor um plano que alcançou Nível 4.

Professor E

O Professor E desenvolveu o último plano de aula tendo como tema a “Corrosão” de metais, o que representa uma ampliação da Reatividade dos metais estudados anteriormente.

A Figura 12 apresenta a comparação entre os dois últimos planos de aula.

Figura 12 – Análise dos dois últimos planos de aula do Professor E categorizados.

O objetivo do plano 1 (N2) está definido em termos de habilidades de baixa ordem cognitiva, pois se refere à “*Identificação da reatividade dos metais*”. O segundo plano (N3) também é definido em termos de habilidades, porém em um

nível mais complexo, o de “*entender o processo de corrosão a partir dos materiais que estão presentes no cotidiano*”.

Quanto ao levantamento das concepções dos alunos, no primeiro plano (N2) se procurou conhecer “*o que o aluno entende por reatividade*”, o que consideramos uma questão geral e não específica para a situação problema em questão. Já no segundo plano (N2), é proposta uma série de questões apontadas como iniciais, que podem ser consideradas questões para conhecer as concepções dos alunos.

No primeiro plano (N2) não há uma problematização propriamente dita, considerando o tema em estudo (reatividade dos metais). Há uma situação mais geral proposta ao aluno: “*Há reação em todos os materiais que vocês conhecem?*”; “*Que hipóteses podem ser feitas sobre suas ideias?*”, que poderá ser respondida no processo da aula.

No segundo plano (N3), não há um problema específico, mas sim uma série de questões sobre o tema em estudo como, por exemplo: “*O que é corrosão ou ferrugem? - Por que ocorre a corrosão? - Por que uma peça de ferro enferruja e peça de ouro não?*”.

No pré-laboratório, no primeiro plano (N2), são apresentadas as questões: “*O que significa a palavra reatividade?*”; “*Quais os materiais reagem? Por quê?*”, não sendo apontado o que será tratado na atividade experimental. No segundo plano (N2), é proposta uma pesquisa á baseada nos conceitos a serem explorados: “*Procure em sua casa e identifique ao menos dois materiais que apresentem sinais de corrosão*, para, em seguida, o aluno “*descrever em seu caderno o local da casa onde você encontra a corrosão e seu aspecto*”. São apresentadas outras questões relacionadas à corrosão, mas que, não parecem instigantes para que o aluno se engaje efetivamente na atividade. Para que o aluno se envolva cognitivamente e afetivamente, a tarefa proposta tem de ser desafiadora e significativa, possibilitando a escolha e o controle sobre a própria atividade (ZULIANI, 2006).

Quanto ao laboratório, no primeiro plano (N3), são propostas questões para serem respondidas durante a realização da atividade, que consiste em reagir diferentes metais com HCl. É pedido aos alunos que comparem as observações

referentes à reatividade dos metais. No segundo plano (N3), são propostos dois momentos em que os alunos devem comparar a reatividade de alguns metais.

As questões destinadas aos alunos no primeiro plano (N3) exploram a atividade experimental a partir de observação, explicação, comparação e estabelecimento de uma ordem de reatividade dos metais. No segundo plano (N3), são apresentadas questões para explorar a atividade experimental e são retomadas algumas apresentadas no pré-laboratório, para serem respondidas com os conhecimentos elaborados a partir do experimento.

Em relação ao pós-laboratório no primeiro plano (N2) o professor propõe elaboração de uma tabela com os dados obtidos durante a realização da atividade experimental e a discussão dos resultados. No segundo plano (N3), é proposto que os alunos construam uma série de reatividade dos metais a partir de suas observações e, a partir dela, procurem responder as questões inicialmente feitas.

Não é proposta, no primeiro plano (N2), a sistematização dos conhecimentos elaborados; tal sistematização parece ficar a cargo do aluno, pois é solicitado um relatório. No segundo plano (N3), a sistematização é feita retomando as questões iniciais sobre a corrosão e a reatividade.

O papel do professor, em ambos os planos de aula (N3), é o de mediador no processo da construção do conhecimento promovendo a interação entre os alunos e entre o professor e os alunos, de modo a possibilitar a apropriação dos conceitos que estão sendo estudados pelo aluno. O professor avança, no segundo plano na proposição de um problema, na solicitação de hipóteses, que poderão ser avaliadas com o desenvolvimento da atividade. Ainda, foram propostas questões para explorar a atividade experimental, além da análise dos resultados e de sistematização.

O experimento, em ambos os planos (N3), apresenta características de atividade experimental investigativa pois é bem explorada pelo aluno que, tem um papel ativo na elaboração de conhecimentos. Entretanto, sua participação é limitada ao procedimento proposto, sem que pudesse planejar testes para suas próprias hipóteses.

As questões, propostas para os alunos, do último plano de aula estão expressas no quadro 36.

Professor	Questões propostas pelo professor	Categoria
E	1-“O que é corrosão ou ferrugem?”	Q2
	2-“Porque ocorre a corrosão?”	Q1
	3-“Porque uma peça de ferro enferruja, e a peça de ouro não?”	Q4
	4-“Os portões de ferro são pintados para não enferrujar? Por quê?”	Q2
	5-“Porque a aliança de sua mãe em contato com a água não enferruja?”	Q2
	6-“Qual o fenômeno observado em sua experiência que indicou essa resposta?”	Q4
	7-“Como você encaixa o sódio na fila reativa elaborada na segunda parte?”	Q3

Quadro 36 – Questões propostas pelo Professor E categorizadas

Estas mesmas questões estão também representadas na figura 13 para melhor visualização do nível das questões propostas pelo Professor E.

Figura 13 – Questões propostas pelo Professor E categorizadas.

A primeira questão (Q2), exige que o aluno compare e contraste para apontar qual dos dois metais é mais reativo. A segunda questão (Q1) o aluno deverá apenas responder a partir das observações feitas no laboratório. A terceira questão (Q4) exige que o aluno faça uma inferência sobre a reatividade maior ou menor do sódio e do zinco e comparar com a conclusão elaborada a partir das evidências experimentais. A quarta questão (Q2) o aluno deverá comparar e estabelecer uma ordem de reatividade entre os metais. A quinta questão (Q2) exige que o aluno reconheça o problema para estabelecer relação com a reatividade dos metais. Na sexta questão (Q4), o aluno deverá utilizar os conhecimentos adquiridos durante a atividade para estabelecer processos de

controle e avaliar em que condições ocorre A corrosão. A sétima questão (Q3) exige que o estudante expresse os conhecimentos que elaborou para responder à problematização inicial.

Consideramos que o professor, no último plano de aula, abordou questões que envolvem os conceitos estudados. A atividade é investigativa, uma vez que o aluno participa ativamente em etapas como coleta de dados, análises antes e durante a atividade e discussão dos resultados. Desta forma, permite que o estudante esteja envolvido cognitivamente, possibilitando o desenvolvimento de habilidades que demandam níveis mais elevados de cognição. Esta postura permite que o aluno utilize os conhecimentos construídos mediado pelo professor, à luz dos referenciais científicos aceitos atualmente e selecionados para a atividade pelo professor.

Pode-se considerar que a preparação antecipada, numa sequência lógica, das questões pelo professor, como aponta Lorencini Jr. (2000), facilita o processo de ensino e aprendizagem.

Com esse plano, podem ser estabelecidas relações interativas em sala de aula entre os alunos e entre os alunos e os conteúdos que estão sendo estudados, que favorecem a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo (PICELLI, 2008).

O Professor E apresentou alguns avanços se considerarmos o plano inicial e final. Inicialmente, concebeu um plano em que não fazia o levantamento das concepções dos alunos, a contextualização foi mal formulada, não propunha momentos de socialização dos dados obtidos na atividade experimental, e pedia um relatório não sistematizando o conhecimento. Este plano, foi caracterizado como N2 e o plano final alcançou Nível 3.

Professor F

O Professor F abordou o tema “Extração dos metais: corrosão e utilização”, uma ampliação do tema Reatividade dos Metais. Os dois últimos planos de aula estão categorizados na figura 14, apontando como o professor desenvolveu sequência da atividade.

Figura 14 - Análise dos dois últimos planos de aula - Professor F categorizados.

Os objetivos propostos nos dois planos apontam o desenvolvimento de habilidades. Para o primeiro plano (N3), a proposta é de “*Compreender como ocorre e porque ocorre a reação nos metais*”. No segundo plano (N4), a proposta é “Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo”, “*Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos sobre as variáveis que podem afetar a corrosão do ferro para a elaboração de propostas de intervenção na sociedade*”.

Com relação ao levantamento das concepções dos alunos, no primeiro plano (N2) é proposto que os alunos manifestem seus conhecimentos sobre reatividade dos metais. No segundo plano (N3), foram propostas duas questões: “Como são extraídos os minérios?”; “Quais os tratamentos que são feitos a partir do seu uso?”; tais questões, posteriormente, são tema de pesquisas dos alunos. Ao comparar os dois planos, podemos perceber que no segundo, as questões são mais focadas, enquanto que, no primeiro, o professor apresenta uma questão genérica. Questões com mais foco em um dado tema podem contribuir para que o professor possa ter mais subsídios sobre o que os alunos pensam.

No primeiro plano (N3), não é apresentada uma problematização propriamente dita, mas sim, questões gerais – por meio das quais os alunos notam que os metais reagem no dia a dia, se a reatividade é indicador de transformação química e como pode ser identificada-, cujas repostas devem ser buscadas pelos estudantes para posterior discussão em sala. No segundo plano

(N4), é proposto um problema bem definido: “*Os conhecimentos relativos à extração e modificação do minério de ferro auxiliam para a intervenção no seu meio?*”, o que consideramos relevante para o aluno, uma vez que podem ser relacionados conhecimentos sobre a extração e processamento do minério de ferro e o setor produtivo, para saber apontar possíveis intervenções.

As atividades pré-laboratório, no primeiro plano (N3), não estão claramente explicitadas. O professor pede uma pesquisa (sobre as questões já citadas), mencionando que será discutida em aula. Já, no segundo plano (N3), é proposta a discussão das informações obtidas na pesquisa realizada pelos alunos.

Quanto ao laboratório, em ambos os planos (N3) a atividade é realizada pelo aluno, a partir de um procedimento não detalhado. No primeiro, é pedida a elaboração de uma tabela para análise das observações experimentais; no segundo plano, é sugerido que o aluno estabeleça relações com o tema em estudo.

As questões elaboradas para os alunos no primeiro plano (N4) destinam-se a explorar as observações experimentais, entretanto, não há um encaminhamento do raciocínio do aluno no que se refere à elaboração de explicações. No segundo plano (N4), são apresentadas diversas questões para que o aluno possa estabelecer relação entre a atividade experimental e a problematização inicial. Não são apresentadas questões para que o aluno analise os dados coletados.

No que diz respeito ao pós-laboratório, em ambos os planos (N3), há discussão da atividade, são retomados os conhecimentos prévios e comparados com os conhecimentos adquiridos. No segundo plano, é proposta a leitura de um texto sobre o tema (oxidação de metais³⁰) para subsidiar a análise dos dados e a elaboração de explicações.

A sistematização, no primeiro problema (N4), consiste na socialização dos resultados e apresentação de relatório, não sendo explícita, portanto, uma atividade conduzida pelo professor visando uma síntese das ideias e conceitos principais tratados. No segundo plano (N4), a sistematização se refere à discussão de propostas de intervenção a partir do conhecimento adquirido.

30 PALMA, Maria Helena Cunha e TIERA, Vera Aparecida de Oliveira. Oxidação de Metais. **Química Nova na Escola**, N. 18, p. 52-54, 2003.

O experimento no primeiro plano (N3) tem características investigativas, embora as questões tenham sido apresentadas a priori e sejam de baixa demanda cognitiva. No segundo plano, o papel do experimento (N4) transcende a formação de conceitos, pois os alunos devem recorrer aos conhecimentos elaborados e propor intervenções no meio em que vivem.

O papel do professor é o de mediador em ambos os planos (N3). Deve-se ressaltar que, no primeiro, é dada aos alunos autonomia, por exemplo, quando pede que elaborem tabela, que comparem os dados obtidos. No segundo plano, o professor propõe que os alunos recorram aos conhecimentos para apresentar soluções a novos problemas.

O aluno, no primeiro plano (N3), tem autonomia para explorar a atividade, quando compara, elabora tabela, analisa os dados experimentais, os compara com a pesquisa e troca informações com os colegas, embora não resgate a problematização proposta inicialmente. No segundo plano (N3), o aluno também tem autonomia, busca informações, estabelece relações entre as concepções iniciais e finais, elabora relatório e emprega os conhecimentos para resolver novos problemas de forma crítica, propondo intervenções no meio em que vive.

A análise das questões propostas pelo professor F em sua apresentação final está apresentada no quadro 37.

Professor	Questões propostas pelo professor	Categoria
F	1-“Como controlar a reatividade dos metais?”	Q3
	2-“Porque é importante entender a oxi-redução?”	Q3
	3-“Que variáveis temos que controlar nas reações que envolvem a oxidação dos metais?”	Q4

Quadro 37 – Questões elaboradas pelo professor F categorizadas.

Estas mesmas questões estão também representadas na figura 15 para melhor visualização.

Figura 15 – Questões propostas pelo Professor F categorizadas.

A primeira questão (Q3) exige do estudante a observação e o estabelecimento de relações a partir de conhecimentos adquiridos.

A segunda questão (Q3) requer que o estudante reconheça a situação problema e estabeleça relação com o que deve ser buscado.

Na terceira questão (Q4), o estudante deve identificar as variáveis, estabelecer processos de controle para a seleção de informações, faz inferências, avalia condições e generaliza.

Consideramos que o Professor F elaborou questões que exigem do aluno níveis de habilidades de ordens mais altas.

As análises dos planos de aula do professor F revelam que ocorreram alguns avanços em suas concepções, ao propor, por exemplo, que o estudante participe do processo da construção do conhecimento, embora, ainda, parcialmente. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (1998), o professor deve ser capaz de saber elaborar atividades que gerem uma aprendizagem efetiva, mediando e orientando os trabalhos do aluno.

O Professor F apresentou uma evolução considerada pequena, se compararmos o seu planejamento inicial com o final. Inicialmente, propunha o levantamento das concepções prévias dos alunos, contextualizava o conceito com o cotidiano, propiciava que os alunos relatassem os resultados e solicitava o relatório em grupo, sem a sistematização, portanto, foi caracterizado com Nível N3 e o plano final permanece N3, apesar de os planos de aula apresentarem características investigativas. Não evoluiu em alguns aspectos como o pré e pós – laboratório, a elaboração de questões aos alunos para explorar a atividade experimental e no transcorrer da própria atividade experimental.

5.11 Análise final dos planos de aula e as concepções dos professores

Para analisar as mudanças das concepções dos professores e os fatores que levaram a estas mudanças, consideraremos os planos de aula elaborados pelos professores, procurando comparar como eles se apresentavam inicialmente e após o curso de formação continuada. Para tanto, iremos lançar mão de

representações por meio de mapas conceituais que adaptamos do modelo proposto por Ruiz et al. (2005), denominado de “Mapas Conceituais Cognitivos”.

Este modelo auxilia a compreensão das possíveis mudanças didáticas do professor, evidenciando fatores que as estimularam e também os obstáculos. Tais mapas se constituem em elementos que poderão contribuir para validar nossa hipótese inicial de que se houver oportunidade e espaço para reflexão, os professores poderão elaborar planos de aula e questões destinadas aos alunos para que explorem as atividades experimentais de cunho investigativo. Nesse contexto, os professores poderão ampliar concepções sobre suas práticas e elaborar planos de aula e questões que propiciem o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordens mais altas nos alunos.

Estes mapas conceituais se constituem em um meio para analisar os avanços dos professores, permitindo inferir um perfil de evolução, o que propicia apresentar uma visão mais global do conjunto das crenças dos professores nos planos de aula analisados. Os mapas conceituais foram construídos a partir de diferentes aspectos de cada professor, considerando as concepções manifestadas inicialmente e durante o curso, bem como a estrutura do plano de aula. Tais aspectos dizem respeito a:

- discursos do professor;
- metodologias utilizadas nos planos de aula;
- estratégias de ensino;
- questões propostas nos planos de aula e,
- sistematização.

Professor A

A figura 16, apresenta algumas manifestações do professor A e algumas etapas apresentadas nos planos de aula inicial e final, que podem expressar suas concepções mais relevantes durante o processo de formação continuada.

No que diz respeito ao discurso do professor, percebemos que inicialmente a atividade experimental tinha o propósito de motivar os alunos, somente pelo fato de irem ao laboratório, sem levar em conta os objetivos da atividade experimental. No entanto, no discurso final, ele apresenta uma evolução, ao considerar que se “polícia” para não apresentar os conceitos a serem vivenciados no laboratório.

Essa evolução pode ser observada nos seus planos de aula quando a atividade é proposta por demonstração, em que os alunos participam investigando e discutindo os resultados em todo o processo. Um plano de aula em que os estudantes participam, segundo Suart e Marcondes (2006), pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades de ordens cognitivas mais altas, uma vez que seu planejamento contempla a busca e seleção de informações por parte do estudante, análises de dados e aplicação dos conhecimentos.

O entendimento sobre a metodologia parece ter sido significativo uma vez que, inicialmente, o professor coloca um texto na lousa, pede exercícios e conta como será a atividade. Nesse caso, o aluno irá comprovar a teoria, o que é considerado uma atividade improdutiva, uma vez que o aluno apenas comprova aquilo que já foi verificado antes da atividade experimental (Zanon, 2007).

Houve avanço, também, no que se refere à estratégia de ensino, uma vez que, inicialmente, não era proposto um problema, não eram consideradas as concepções dos estudantes, não eram apresentadas questões para os alunos explorarem suas observações experimentais e nem uma atividade síntese, para a sistematização dos conhecimentos.

No plano final, é proposto um problema, considera-se o cotidiano do aluno, é proposta uma pesquisa e um debate dos resultados. Também, foram propostas algumas questões bem significativas, que avaliamos serem relevantes para o entendimento dos conceitos dos estudantes. Segundo Suart e Marcondes (2006), as atividades orientadas em que os estudantes constroem explicações para um dado fenômeno estudado permitem que eles estabeleçam relações entre os dados e os fatos, formulem hipóteses, e podem contribuir, assim, para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordens mais altas.

Consideramos que o Professor A, possui um saber acadêmico que possibilitou segundo Porlán et. al., (1997), transitar entre as teorias implícitas que possuía, impostas talvez pelas rotinas, e que se constituíam em “barreiras” para o desenvolvimento profissional, e suas crenças e a atuação, ao vislumbrar novas possibilidades, integrando esse novo conhecimento à sua prática.

Esta evolução segundo Porlán, ocorreu no coletivo, em que o professor posicionou-se na construção e reestruturação de significados integradores e de forma autônoma.

Figura 16 – Mapa Cognitivo do Professor A

O quadro 38 apresenta algumas concepções e entendimentos manifestados pelo Professor A, que servirão para apoiar nossa análise

Concepções manifestas	Falas que apóiam as concepções	Entendimentos manifestos	Falas que apóiam os entendimentos
Atividade como motivação	Quando falo, vou fazer uma experiência nossa! Eles gostam, perguntam: e aí professor nós vamos fazer novamente outra experiência?	Despertar o interesse do aluno por problematização (Texto de Carvalho et.al.,(1998) Atividade investigativa: tem que investigar (comparando as duas atividades uma investigativa e outra tradicional)	Problematizar situações. Esta outra aqui tem que investigar. As competências e habilidades é relacionar a cor com o comportamento alcalino e ácido à mudança de cor que ocorre no meio alcalino e ácido. A estratégia de ensino levantamento da situação problema e experimentação Que grupo é aquele? Daí sugere investigação justamente, por causa da fenolftaleína e também a interação com o carbonato, porque efervesceu?

Quadro 38 – Algumas concepções e entendimentos do Professor A.

Professor B

A figura 17 apresenta algumas manifestações do professor B e, também, algumas etapas apresentadas nos planos de aula inicial e final, que podem expressar suas concepções mais relevantes durante o processo de formação continuada.

O discurso inicial do professor B é de um professor tradicional ao considerar que a atividade experimental é para “*despertar o interesse do aluno*”, o professor ressalta sua preocupação com os possíveis acidentes, o que concluímos que não é comum essa prática e que ele enfrenta dificuldades quando propõe atividade experimental. No discurso final, o professor evolui, mas percebe-se que sua evolução é parcial pois, quando lhe é perguntado sobre as etapas do plano de aula, afirma: “*A transformação química, inicio colocando umas figuras sem os dados, para iniciar o trabalho*”. E ainda é perguntado: Em que momento acha que o aluno começa a entender o conceito de transformação? A resposta foi: “*Quando ocorre a transformação e quais evidências*”. Segundo Porlán et al.,(1997) existem teorias implícitas, crenças e princípios que refletem na atuação dos professores, no entanto, percebemos que o Professor B faz um esforço no sentido de mudar sua prática.

Figura 17 – Mapa Cognitivo do Professor B.

A metodologia inicial é de um professor tradicional que expõe o texto na lousa, onde o aluno assiste passivamente o saber do professor. No último plano, ocorre avanço quando ele propõe uma metodologia por investigação pelos alunos, existem momentos de pré-laboratório, pós-laboratório com discussão dos dados, nesse sentido, o aluno se vê envolvido com a atividade mesmo não tendo autonomia em diferentes etapas da atividade.

Na estratégia proposta no plano inicial é apresentado um texto, seguido de explicação, exercícios, os cuidados no laboratório que passam a ser o foco de preocupação do professor Zanon (2000) considera que se o experimento for realizado apenas para “*comprovar leis*” acaba por tornar-se “*pobre e improdutivo*”, visando apenas os resultados. No segundo plano, a estratégia é uma pesquisa pelos alunos, questões a serem exploradas por eles envolvendo o desenvolvimento cognitivo e os conceitos estudados e, durante a atividade, irão comprovar os conhecimentos adquiridos pela pesquisa e apresentar os resultados.

No primeiro plano, são propostas questões a serem respondidas a partir da consulta do livro didático, não propiciando ao aluno refletir, buscar informações, comparar e sistematizar o conhecimento; já no último plano, são propostas questões em que o aluno se envolve com uma pesquisa a partir do cotidiano e, no laboratório, são propostas outras questões para serem contextualizadas com sua vivência que antecedeu a atividade, para explorar e incorporar o conceito.

A sistematização é apenas entrega de relatório no primeiro plano, no último plano é proposto uma sistematização contínua que culmina, com a apresentação dos resultados pelos alunos, seguido de relatório.

Consideramos que o professor B avançou na elaboração do plano de aula, no entanto, suas concepções não se alteraram de forma muito significativa, ao constataremos que na atividade proposta, o aluno poderia explorar melhor a atividade experimental, como se pode ser percebido ao analisar o último plano de aula, que apresenta uma atividade experimental em que a reatividade dos metais foca nas transformações químicas relacionada com a banana quando amadurece, para contextualizar com o cotidiano do estudante.

Sob este aspecto, as ideias sobre a interação e integração dos saberes apontados por Porlán et al. (1997) não foram assimiladas pelo Professor B pois, nos parece que ele tem um saber acadêmico suficiente para promover mudanças referentes às suas crenças e princípios, em que deveria considerar que as ações devem ser acompanhadas de reflexão, de forma que possa transitar entre os saberes e teorias para que sua prática mude significativamente.

O quadro 39 apresenta algumas concepções manifestas do professor B.

Concepções manifestas	Falas que apóiam as concepções	Entendimentos manifestos	Falas que apóiam os entendimentos
A atividade experimental tem função motivacional. Aula por transmissão da informação. É difícil tornar o aluno ativo. Hipóteses como análise de resultados	Os alunos ficam mais espertos quando vão ao laboratório. Fico de olho para não acontecer nenhum acidente. Aí eu vou explicando porque está acontecendo aquilo. Aí, que é difícil... Ele vai comparar para perceber a reatividade dos metais.	Atividade experimental com características investigativas Sistematização dos conhecimentos Hipótese como antecipação de resultados	É nesse momento que vai fazer a investigação, ele vai fazer uma comparação, ele vai investigar porque que tem um comportamento ou um determinado indicador e, no outro, não. Os alunos começam a associar outros fatos que conhecem inclusive o meio em que vivem. Ele vai ter que analisar os resultados da experiência. Para validar ou refutar.

Quadro 39 – Algumas concepções e entendimentos manifestados pelo Professor B.

Professor C

A figura 18, apresenta algumas manifestações do professor C e algumas etapas apresentadas nos planos de aula inicial e final, que podem expressar suas concepções mais relevantes durante o processo de formação continuada.

O professor C, inicialmente, apresenta um discurso que parece indicar concepções distorcidas sobre a experimentação no que diz respeito a saber qual é o objetivo de se propor uma situação-problema. No discurso final, o professor tem clareza das etapas que o aluno deverá vivenciar para entender os conceitos envolvidos.

Sua visão tradicional se revela na metodologia de ensino proposta, em que o experimento é planejado para que o aluno conheça fenômenos para os quais já sabe, ou deveria saber, as explicações, reduzindo o papel do laboratório à verificação de como a teoria funciona. No último plano, o professor propõe a exploração da atividade experimental, o aluno participa com autonomia, buscando informações a serem exploradas na atividade experimental.

Quanto à estratégia de ensino, é proposto um excesso de conteúdos no primeiro plano, o que indica a falta de clareza do professor quanto aos objetivos, resultando em uma aula conteudista, explorando pouco a atividade experimental, não apresentando uma síntese ou resgatando ideias mais relevantes, havendo, portanto, participação restrita do aluno. No último plano, é proposto um problema, o aluno se vê envolvido com a busca de informações, que serão utilizadas durante a atividade experimental para responder ao problema proposto. As

questões propostas estão bem definidas, o professor tem clareza de como o aluno deverá explorar a atividade experimental, aprofundando os conceitos a cada questão; os resultados experimentais são analisados e discutidos pelos alunos, o problema inicial é retomado, e é feita uma sistematização das respostas elaboradas.

Podemos entender que o Professor C conseguiu integrar o conhecimento, de forma a mudar sua postura. Ao nosso ver, para este professor, foram relevantes as discussões promovidas durante a formação continuada. Porlán et. al. (1997) consideram que o conhecimento profissional advém não apenas de saberes baseados na experiência, desenvolvidos durante o exercício da profissão, mas também da reflexão sobre aspectos relevantes para sua prática profissional.

Para completar a análise, o quadro 40 apresenta as concepções e entendimentos manifestados pelo Professor C.

Concepções manifestas	Falas que apóiam as Concepções	Entendimentos Manifestos	Falas que apóiam os Entendimentos
Papel da Experimentação: motivação do aluno Papel da experimentação: para mostrar o fenômeno, para explica a teoria Experimentação: facilita a memorização Preparação da aula como instrumento de controle dos alunos	Acho que é motivação. (Na aula de ciências a motivação entra em primeiro lugar) E les têm a teoria, mas não sabem como funciona A experiência explica a teoria. Se você faz uma experiência com eles pode levar um ano que eles lembram. Hoje não dá pra ir pra sala sem preparar não consegue controlar um segundo sua aula.	Experimento para comprovação da teoria Experimento para estabelecimento de relação entre a realidade e o teórico Experimento como elaboração de conhecimentos. Papel da Problemática	Eu entendi que a experimentação vai comprovar uma teoria que já existe (os alunos) já vivenciam na realidade deles, mas não têm toda uma estrutura técnica, os conhecimentos científicos... A partir dos resultados da experiência, investigar os resultados, buscando justificativas. Colocar situações reais para fazer refletir, aí ele se interessa, motiva e vai buscar

Quadro 40 – Algumas concepções e entendimentos apresentados pelo Professor C.

Figura 18 - Mapa Cognitivo do Professor C

Professor D

A figura 19 apresenta algumas manifestações do professor D e algumas etapas apresentadas nos planos de aula inicial e final, que podem expressar suas concepções mais relevantes durante o processo de formação continuada.

Figura 19 – Mapa conceitual apresentado pelo Professor D.

O professor D, em seu discurso inicial, parece mostrar certa ambigüidade, pois ao mesmo tempo em que admite que os resultados científicos são provisórios, acredita que em condições ideais obter-se-ão, sempre, os mesmos resultados. No seu discurso final, não se percebeu evolução em suas concepções. Podemos interpretar que o professor já manifestava conhecimentos e práticas relativos a atividades investigativas que eram hegemônicas em relação aos modelos apresentados e discutidos no curso. A ideia de recapitulação de conhecimentos manifestada apóia essa interpretação.

Em ambos os planos, a metodologia é investigativa, no entanto, inicialmente, o professor não propõe uma discussão com os alunos dos resultados da pesquisa, antecedendo a atividade experimental; além disso, não há indicadores de que os alunos investigam a atividade de modo a explorá-la.

A estratégia, nos dois planos, pode ser considerada investigativa. Entretanto, no plano inicial, não é apresentado um problema bem definido, é a proposta apenas uma questão para os alunos para análise dos dados obtidos, e não há uma discussão de tais dados, o que sugere que a exploração da atividade fica reduzida. Não há uma sistematização proposta para a sala de aula, o aluno podendo, talvez, realizá-la, por meio de um relatório pedido. Já, no último plano, a atividade é apresentada por meio de um problema bem definido, com questões propostas para que o aluno busque informações no pré-laboratório, durante a atividade experimental e no pós-laboratório. Os conhecimentos são sistematizados por meio de apresentações dos alunos para o grupo.

O Professor avançou na compreensão do papel que as questões podem ter para a exploração conceitual e no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

O professor D foi capaz de propor situação problema relacionadas tanto com o interesse dos alunos quanto da sociedade (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 1998). Embora pareça não ter uma visão simplista do processo de ensino e aprendizagem, sua postura conservadora pode ter se constituído em uma barreira para o desenvolvimento de ações mais complexas do processo educativo (PÓRLAN et al, 1997).

O professor D, em seu discurso inicial, parece mostrar certa ambigüidade, pois ao mesmo tempo em que admite que os resultados científicos são provisórios, acredita que em condições idéias obter-se.

Consideramos que o professor avançou ao elaborar o último plano, uma vez que há exploração das etapas a serem vivenciadas pelos alunos. O professor reconheceu a importância de integrar ensino e aprendizagem (PÓRLAN et al, 1997).

Apresentamos o Quadro 41 contendo algumas concepções e entendimentos manifestados pelo Professor D.

<i>Concepções manifestas</i>	<i>Falas que apóiam as concepções</i>	<i>Entendimentos manifestos</i>	<i>Falas que apóiam os entendimentos</i>
Papel da experimentação: Química como ciência experimental, construção de conhecimentos	...as ciências, em si, já são experimentais. (o aluno) vai adquirir novos conhecimentos através daquela experimentação.	Papel da atividade experimental tradicional Papel das questões na atividade investigativa	Está tudo mastigado, é como dirigir um carro, não vai pensar. Não vai chegar a lugar nenhum. É nesse momento (de apresentação de questões pós-laboratório) que o aluno vai fazer uma investigação, vai fazer uma comparação (entre os dados)

Quadro 41 – Algumas concepções e entendimentos do Professor D.

Professor E

A figura 20 apresenta algumas manifestações do professor E e algumas etapas apresentadas nos planos de aula inicial e final, que podem expressar suas concepções mais relevantes durante o processo de formação continuada.

O professor E, no discurso inicial, considera que as atividades experimentais devem ser utilizadas para abordar conceitos difíceis de serem compreendidos pelos alunos. Assim, reduz o papel do laboratório a facilitar o ensino de assuntos difíceis e parece não considerar a possibilidade de exploração e formação de conceitos. No discurso final, o professor percebe a potencialidade da atividade experimental, com questões dirigidas aos alunos, para facilitar a aprendizagem, o que consideramos o foco da nossa proposta no espaço de formação continuada.

Quanto à metodologia, em ambos os planos há características de atividade experimental investigativa. Entretanto, no inicial não está claramente formulado um problema para o aluno buscar soluções. No último plano, é proposto um problema, o levantamento das concepções dos alunos, seguido de pesquisa.

Em relação à estratégia, apesar de os dois planos não apresentarem diferenças consideráveis, inicialmente, a estratégia adotada pelo professor é a de investigar os resultados buscando justificativas sem explicitar como o fará e apresentando apenas uma questão, que foi recorrente entre os professores,

relativa a observar e relacionar. O professor propõe abordar os conteúdos, como uma sistematização dos conhecimentos, relacionando-os aos resultados obtidos. No plano final, os alunos pesquisam para responder ao problema proposto e está contextualizado com o cotidiano do estudante. Também, elaborou questões que parecem envolver o desenvolvimento de habilidades cognitivas que demandam ordens mais altas, e propõe a discussão dos resultados, contextualizando com o cotidiano do estudante.

Figura 20 – Mapa conceitual cognitivo do Professor E

As concepções e entendimentos manifestados pelo Professor E estão representados no quadro 42.

Concepções manifestas	Falas que apóiam as concepções	Entendimentos manifestos	Falas que apóiam os entendimentos
Papel da atividade experimental como motivação, o professor conclui Contextualização como exemplificação	Eu trabalhei com o grupo o pH peguei a água da escola e medi o pH desta mesma água eu coloquei sal e anotaram o pH, depois comparei com outra água eles mediram e gostaram muito. A gente vai falar que a lei de Lavoisier e associando com os fatos no dia a dia percebendo que não desaparece só foi decomposta e que a matéria que continua sendo matéria	Proposição de problema pelo professor Papel da atividade experimental para a construção do conhecimento Papel da atividade para desenvolver habilidades cognitivas	Tem que investigar todo o processo antes (o problema a ser proposto), tenho que ter toda a base para preparar Vai adquirir novos conhecimentos através daquela experimentação. Colocando ele (o aluno) a partir de hipóteses, levando ele a pensar a partir dos questionamentos

Quadro 42 – Algumas concepções e entendimentos do Professor E.

Professor F

A figura 21 apresenta algumas manifestações do professor F e algumas etapas apresentadas nos planos de aula inicial e final, que podem expressar suas concepções mais relevantes durante o processo de formação continuada.

Segue abaixo as concepções e entendimentos manifestados pelo Professor F representados no quadro 43.

Concepções manifestas	Falas que apóiam as concepções	Entendimentos manifestos	Falas que apóiam os entendimentos
Levantamento de hipóteses para entendimento de conceitos Pesquisa como complementação das observações experimentais	Com objetivo de fazê-los entender os conceitos. Só com o experimento ele (o aluno) terá uma noção. Vai chegar uma hora que ele vai conseguir a partir de uma pesquisa, nós temos que direcionar ele. Chamar para as evidências	Papel das concepções iniciais Problematização como meio de investigação	O senso comum deve chamar ele (o aluno), para discutir o tema. O conhecimento prévio do aluno é importante. Começa com a situação problema. Enquanto ele está fazendo a experiência ele vai ter que relacionar... Começa ali com a problematização, e depois pede para ele investigar.

Quadro 43 – Algumas concepções e entendimentos do Professor F.

Figura 21 – Mapa conceitual do Professor F.

Em seu discurso inicial, o professor F deixa claro que não compreende o significado de hipótese, que é considerada uma etapa importante no processo de elaboração de conhecimentos (GIL-PÉREZ; VALDÉS-CASTRO, 1996). No discurso final, o professor considera a importância de conhecer o que o aluno já sabe para direcionar o ensino.

Não percebemos evolução por parte do Professor F, seu discurso foi pouco ampliado e, de maneira geral, sua contribuição foi pequena nas discussões em grupo.

Quanto à metodologia, tem características investigativas, sendo que no primeiro plano existem pequenas lacunas, como por exemplo, a questão proposta

para o levantamento das concepções dos alunos é também o problema proposto, além disso, não se percebe um direcionamento para a busca de informações pelos alunos, mas, no pós-laboratório, são discutidos os resultados da atividade. No segundo plano, é proposto um problema mais específico, e o levantamento das concepções dos alunos é feita por meio de outras perguntas que não a do problema apresentado. Fica clara a solicitação de uma pesquisa e discussão das informações obtidas entre os pares. Consideramos que ocorreram pequenos avanços, pois o plano final apresenta em cada etapa a ser realizada pelo aluno como os objetivos serão alcançados.

A estratégia proposta, no plano inicial, envolve a proposição de uma pesquisa, embora não seja explorada claramente na atividade, há proposição de questões para explorar as observações experimentais, e é proposta uma discussão sobre os resultados envolvendo conceitos químicos relacionados. No plano final, tanto o problema quanto a pesquisa estão definidos, e são contextualizados ao cotidiano do aluno, as questões propostas demandam habilidades cognitivas de alta ordem, sendo pertinentes para a exploração conceitual. O professor avança, ao resgatar o problema inicialmente proposto, e discutindo-o a partir da discussão dos resultados e das pesquisas solicitadas. Consideramos que manifestou habilidades de propor estratégias diferenciadas, como pesquisa investigativa, análise e comparação dos resultados.

O Professor F parece integrar seus conhecimentos práticos com os saberes acadêmicos apresentados e discutidos durante a formação continuada (PORLÁN et al., 1997).

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

As práticas docentes e as concepções expressas pelos professores não podem ser definidas apenas considerando a formação continuada, bem como promovendo questionamentos com os professores ou discutindo sobre suas práticas e modelos de planejamento. Devemos considerar o conjunto de concepções, práticas, formação, desde sua formação inicial, cursos realizados durante sua vida acadêmica, a sua aptidão para o ensino, cultura, até suas concepções atuais e sua visão na mudança de algumas delas se considerar importante revê-las.

Por este motivo, as atividades realizadas no processo de formação continuada junto aos professores desta pesquisa, foram enaltecidas por meio da memória de todos os tópicos abordados nos encontros anteriores, com o objetivo de reforçar a discussão anterior, para servir de subsídios na elaboração de um plano de aula para que o professor sinta-se seguro quando for planejar suas aulas, principalmente na elaboração de questões aos alunos em atividades experimentais, tendo em vista o seu potencial na compreensão dos conceitos estudados pelo estudante. O curso teve o objetivo de fazê-los refletir sobre suas práticas, bem como o entendimento de como pode ser explorada uma atividade experimental para que o aluno possa investigar e construir o seu conhecimento durante todo o processo.

Percebemos que o conflito cognitivo entre os professores foi significativo, um exemplo foi no momento em que se pediu para que comparassem uma atividade experimental tradicional com outra investigativa, o discurso deles revelou que o entendimento conceitual destes professores não é uniforme e, sob este aspecto, os dados indicam que o conhecimento prático é mediador entre teoria e ação, o que vai ao encontro do que Porlán et al., (1998) aponta que as teorias estabelecem relações com o conhecimento que, por sua vez, caracteriza a ação formalizada e contribui para moldar o perfil do profissional que é expresso na prática, caracterizando o professor.

Os professores explicitaram suas práticas, que são diferentes entre eles, apesar de que todos acreditam que a atividade experimental é importante para o entendimento do conceito estudado pelos alunos. No entanto, se contradizem,

alegando problemas ao desenvolver atividades práticas com os alunos seja por falta de espaço ou pelo número excessivo de alunos e ainda falta de tempo. Sabemos que estes obstáculos existem e são significativos, no entanto, alguns professores alegam que enfrentam essas dificuldades e outros, não conseguem superá-las.

. O plano de aula final e a avaliação feita pelos professores revelaram que existem algumas contradições de ordem conceitual, insegurança em trabalhar atividades práticas com os alunos e até questões de ordem pessoal. No entanto, todos evoluíram em diferentes aspectos se compararmos o plano inicial com o plano final. Segundo Porlán et al. (1996), o conhecimento evolui processualmente, as concepções e ações dos professores podem sobressair àquelas tidas como obstáculos que são as “barreiras” para o desenvolvimento profissional.

Isto foi percebido, por exemplo, na apresentação final do professor A, ao alegar que os alunos vivenciaram a atividade experimental proposta e que não se propuseram a utilizar seus conhecimentos, para resolver uma nova situação. Então, nos questionamos se, realmente, os alunos não se manifestaram favoráveis a esta nova proposta ou se o professor não tem a habilidade suficiente para lidar com esta nova situação. Porlán et al. (1998) considera que as teorias implícitas afetam as crenças e princípios de atuação, evolutivo e processual.

Porlán e seus colaboradores (1998) explicam este contexto que expomos, quando analisamos por meio de “processos de investigação sobre a experimentação em que os professores construíram e reconstruíram seus planos com outras concepções e práticas diferentes de ação e de significados”. “Para os autores o professor poderá evoluir, individualmente ou coletivamente, podendo assumir posições simplistas, fragmentadas e acríticas, podendo assumir também posições mais complexas, integradoras e autônomas”.

Foi percebido que quando o pesquisador estabeleceu que os professores apresentassem práticas que fossem mais condizentes com uma proposta diferenciada, principalmente na elaboração das questões, o Professor C, em seu depoimento final considerou: “*Consigo hoje, não mais transmitir o ponto que estou trabalhando com eles, os alunos buscam esse conhecimento. Consigo, hoje, entender os níveis das questões para que eles desenvolvam diferentes habilidades*”.

Portanto, a integração e a interação dos saberes para este professor, que são apontados por Porlán et al. (1998), foram relevantes, uma vez que as teorias implícitas afetam as crenças e princípios de atuação, evolutivo e processual.

Percebemos que os planos de aula planejados pelos professores, apresentaram algumas lacunas, quando, por exemplo, a grande maioria deles pede pesquisa e não discute os resultados com os alunos, uma etapa considerada importante, uma vez que o mediador deve propiciar ao educando condições mínimas para explorar a atividade experimental de modo que ela se torne investigativa.

Outro fator relevante foi o fato de que as questões elaboradas por eles, nas diferentes etapas do plano proposto pelo professor, quais sejam: saber as concepções dos alunos, proporem um problema ou questões para explorar a atividade no laboratório, os professores foram assertivos. Não obstante, observamos que ainda há problemas apresentados na sua estrutura em que o aluno não investiga, mas, busca resposta em um livro didático.

No entanto, se compararmos o primeiro plano de aula dos professores que foi elaborado no coletivo, pois se sentiam desconfortáveis em elaborar individualmente. Percebe-se que são planos que não apresentam oportunidades para os alunos expressarem suas concepções, contextualizar com o cotidiano, buscar informações em uma pesquisa, sistematizar no coletivo, responder questões durante a atividade experimental comparando com o plano final que como pudemos verificar na análise dos planos uma diferença considerável desses planos.

Os planos de aula final, apresentado pelos professores revelaram que eles ampliaram seu conhecimento, não somente no que diz respeito as suas concepções de ensino, mas, principalmente de aprendizagem do educando uma vez que aos poucos foram ampliando seu discurso que inicialmente, não apresentavam propostas em que o aluno possa ser ativo, seja permitindo que ele explicita o seu pensamento, nas suas concepções iniciais e finais, principalmente discutindo os resultados pesquisados pelos alunos. Entendemos que não se concebe uma aprendizagem, sem que o professor perceba, qual é o caminho que se percorre para atingir o conhecimento. Tais planos apresentaram níveis bem mais de estruturados conforme os professores avançavam no entendimento dos

objetivos e da discussão de cada etapa que compõe o plano, a partir dos referenciais apresentados na formação continuada.

O relacionamento entre professores-pesquisador foi aos poucos integrando-se aos objetivos que se pretendia a partir da reflexão de cada etapa no sentido de que o grupo entendesse as lacunas dos planos de aula e a importância de planejar as atividades com o objetivo de que os alunos pudessem adquirir conhecimento e aprendizagem no contexto de onde vivem, que possa fazer sentido e que percebam a importância desse conhecimento para sua vida.

Dessa forma, a hipótese feita nessa dissertação confirmou-se, uma vez que os professores ao participarem de um curso de formação continuada, puderam elaborar questões que demandam níveis cognitivos mais altos dos alunos. No entanto, pudemos perceber que ainda poderiam ser consideradas algumas etapas para avançar essa pesquisa. A pesquisa teve o foco na formação continuada para os professores de química e a pesquisadora não acompanhou os professores juntamente com seus alunos buscando elementos para analisar, não somente a participação do professor durante o processo de formação continuada, que é a chave-mestra nesse processo, mas, pesquisar, também, quais são as práticas dos professores após essa etapa de formação continuada na sala de aula.

Dois professores envolveram alunos, no entanto, apenas aparece seu depoimento e não foi considerado pelo pesquisador, na análise desta etapa que consideramos importante para saber o que de fato foi incorporado pelos professores na sala de aula.

A análise final do desempenho de cada um dos professores, levou-se em conta o conjunto das ações propostas no planejamento final obedecendo os quatro níveis em que foram analisados o último plano de aula.

O Professor B apresentou dificuldades na elaboração do plano, quando apresentou uma contextualização que foge aos objetivos propostos.

O Professor F não enfrentou os mesmos obstáculos que os demais professores, se compararmos o plano inicial nível N3 com o final nível N3, há uma ampliação parcial do seu conhecimento poderia ter alcançado o Nível N4. O Professor D é resistente às mudanças e considera que já possui todas as informações, mas avançou no planejamento considerando as questões propostas e a sistematização resgatando o problema proposto.

O Professor A de tradicional elaborou seu plano enquanto mediador do conhecimento, mas apresenta algumas dificuldades ao planejar, apresentando obstáculos conceituais na contextualização quando considera uma aliança de ouro e peças de prata para ser analisada juntamente com outros metais sem liga metálica para verificar a reatividade dos metais. O Professor E tem facilidade na compreensão de novas propostas e conseguiu vencer obstáculos apresentados inicialmente como a proposição de questões e metodologia adequada considerando uma atividade de cunho investigativo. O Professor C propõe atividade experimental de natureza investigativa e foi o que mais avançou pois seu planejamento final apenas não propôs um novo problema a ser resolvido a partir do conhecimento do aluno.

Concluimos que, de fato, foi importante os professores vivenciarem e refletirem sobre as etapas que compõem um plano de aula, uma vez que as pesquisas apontam que os professores durante o processo de formação continuada, aceitam as mudanças de suas práticas e, na sala de aula, voltam com as mesmas práticas. Esses professores parecem que mudaram suas práticas, ao conceber atividades práticas aos alunos que antes concebiam atividades mais próximas à verificacionista. Anteriormente também nenhum plano apresentou questões aos estudantes, e no plano final, todos os planos apresentavam questões com diferentes demandas cognitivas, propiciando que os alunos avancem na compreensão dos conceitos que estão sendo estudados.

Acreditamos que os avanços podem ser consideráveis, se os professores tiverem outras oportunidades de formação continuada com o mesmo foco, ou seja, em atividades experimentais investigativas, uma vez que acreditamos que é relevante a compreensão de como se explora todo o seu potencial desmistificando que a química é complexa e não dá para compreendê-la de forma ampla, para o entendimento de que os avanços tecnológicos e melhora da qualidade de vida, passam pelo entendimento de que o ensino de química pode auxiliar para que o aluno entenda o mundo em que vive.

RECOMENDAÇÕES

Algumas recomendações serão apresentadas tendo em vista que existem fatores que contribuem no cenário escolar referente ao professor e o aluno.

No quesito formação continuada podemos considerar que o espaço destinado para o professor se atualizar trocar informações, buscar novos conhecimentos, práticas diferenciadas é ínfimo para que possa mudar suas concepções e sua prática modificando a maneira como ocorre o seu ensino e consequentemente de como o aluno recebe a aprendizagem.

O horário de HTPC poderia ser estendido o suficiente para que ocorra a formação continuada em serviço. Outro aspecto é o tempo que o professor tem para seu planejamento que tem sido utilizado, por exemplo, para atualizar o livro de classe.

No que diz respeito ao laboratório, é necessário que, se existente, seja utilizado a partir de vivências em formação continuada e em serviço, de forma que o professor possa ter segurança em oferecer atividades práticas diferenciadas. Nas demais escolas, deve-se ter uma política de padronizar as escolas, ou seja, diminuir o número de alunos e construir laboratório para os fins educativos e pedagógicos.

Para um planejamento adequado deve-se levar em conta o cotidiano do aluno, a contextualização do conhecimento em CTS e A.

O acompanhamento do planejamento do professor por grupos de gestores é primordial, visando o sucesso do grupo e do reconhecido pelos avanços ocorridos com os alunos.

Os avanços devem ser percebidos nos diferentes segmentos em que o aluno percorre e não somente nas avaliações externas. O professor deve sentir-se incentivado a estudar, pois, o levará a patamares mais elevados no segmento social o que irá possibilitar aquisição do conhecimento ao participar de eventos culturais ou educativos.

Para tanto, deve ser considerado como relevante sua participação em grupos de estudos, e em congressos, bem como na produção de artigos em revistas.

A escola é um espaço privilegiado para o professor ensinar e o aluno aprender, desde que seja dados a ambos, oportunidades de crescimento nos diferentes segmentos que estão presentes na nossa sociedade, apesar de

entender que para tanto deve-se investir nesse segmento considerado importante para o avanço do indivíduo que irá auxiliar no progresso da nação.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, M. E. D. A. A pesquisa no cotidiano escolar. In: FAZENDA, I. (Org.). **Metodologia da pesquisa educacional**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

BAROLLI, E.; LABURÚ, C. E. e GURIDI, V. M. Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 88-110, 2010.

BIANCHINI, T. B. & ZULIANI, S. R. Q. A. A investigação orientada como instrumento para o ensino de eletroquímica. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. **Anais do VII ENPEC**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Acessível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/266.pdf>

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999, 4 v.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. 3.ed. Brasília: MEC/SEF, 2001. v.1.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002, 144 p.

CARRASCOSA, J.; GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A.; VALDÉS, P. Papel de La Actividad Experimental En La Educación Científica. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 23, n. 2: p. 157-181, ago. 2006.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o Ensino das Ciências. CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006, p.1-17.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. & GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993. 120 p.

CARVALHO, A.M.P.; GONÇALVES, M.E.R. Formação continuada de professores: o vídeo como tecnologia facilitadora da reflexão. **Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas**, São Paulo, v. 111, p. 71-88, 2000.

CARVALHO, A.M.P.; SANTOS, E.; AZEVEDO, M.C.; DATE, M.; FUJII, S. & NASCIMENTO, V.B. Termodinâmica: um ensino por investigação. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1999.

CERVO, A. L; BERVIAN, P.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematisações. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez. 2ª ed., 1992. Coleção Magistério 2º Grau.

DELIZOICOV, D E; ANGOTTI, J A. e PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. Coleção Docência em Formação. São Paulo: Cortez, 2002.

DOMIN, D. S. A Review of Laboratory Instruction Styles. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 4, 1999.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L. de; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. t, n. 2, p, 249-263, 2001.

GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química). Interações e Transformações I: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas. **Livro do Aluno/Guia do Professor**. São Paulo. EDUSP, 2005

GHEDIN, E. Professor reflexivo: da alienação da técnica à autonomia da crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Orgs.) **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, p. 129-150, 2002.

GHEDIN, E. A reflexão sobre a prática cotidiana - caminho para a formação contínua e para o fortalecimento da escola enquanto espaço coletivo. SALTO PARA O FUTURO / TV ESCOLA, 2005. <http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2005/fcp/meio.htm>. último acesso em 22/02/2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, D. e VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 42, p. 31-53, 2006. Retirado em 07/12/2008, no World Wide Web: <http://www.rieoei.org/rie42a02.htm>.

GIL-PÉREZ, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. y SENENT, F. El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 131-146, 1988.

GIL-PÉREZ, D. e VALDÉS-CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ, I.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GONZÁLEZ, E. M. ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 206-211, 1992

HODSON, D. Filosofía de la ciencia y educación científica. In: PORLÁN, R. et al. (Org.). **Constructivismo y enseñanza de las ciencias**. Sevilla: Díada Editoras, p. 5-21, 1988.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, p. 541-566, 1992.

HODSON D. Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. **Studies in Science Education**, v. 22, p. 85-142, 1993.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más critico del Trabajo de laboratório. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HODSON, D. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. **Educación Química**, v. 16, n. 1, p. 30-38, 2005.

HOFSTEIN, A. The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. **Chemistry Education: Research and Practice**, v. 5, n. 3, p. 247-264, 2004.

HOFSTEIN, A. & LUNETTA, V.A. The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. **Review of Educational Research**, v. 52, n. 2, p. 201-217, 1982.

HOFSTEIN, A. & MAMLOK-NAAMAN, R. The laboratory in science education: the state of the art. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 2, p. 105-107, 2007.

HOFSTEIN, A., NAVON, O., KIPNIS, M., MAMLOK-NAAMAN, R. Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 42, n. 7, p. 791-806, 2005.

LIMA, V. A. de. **Atividades experimentais no ensino médio: Reflexões de um grupo de professores a partir do tema eletroquímicas**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ensino de Ciências), 2004. Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação e Instituto de Biociências, São Paulo, 2004.

LORENCINI JR, A. **O Professor e as perguntas na construção do discurso reflexivo em sala de aula**, 2000. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação da USP, 2000.

MACHADO, N. J. **Educação: Projetos e valores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2000.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: Oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania em extensão, Uberlândia, V. 7, 2008. Acessível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/emextensao/article/viewFile/1676/1440>

MARCONDES, M.; SOUZA, F. e SUART, R. Atividades experimentais investigativas de química no ensino médio: uma análise das interações verbais e cognitivas. **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra, VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 442-446, 2009.

MARTÍN DEL POZO, R. El conocimiento escolar e profesional sobre el cambio químico en el diseño curricular Investigando Nuestro Mundo. **Investigación en la Escuela**, v. 27, p. 39-48, 1995.

MORRISON, M. e Morgan, M.S., Models as mediating instruments. In M.S. Morgan e Morrison (Eds.) Models as mediators Cambridge: Cambridge University Press. p 10 -37, 1999.

NÓVOA, A. (org.). Profissão Professor. Trads. Irene Mendes, Regina Correia, Luisa Gil Porto/Portugal, 1999.

NÓVOA, A. Teleconferência para professores e alunos envolvidos no curso PEC - Formação Universitária (SEE, 2001 – 2002), que ofereceu formação em nível superior a professores de Ensino Fundamental - Ciclo I, 2001/2002.

NÓVOA, A. Os novos pensadores da Educação, **Revista Nova Escola**, ed. 154, São Paulo: Abril, ago. 2002.

PICELLI, Z. L. S. D. O Professor e as suas Necessidades Formativas: Habilidade de Formular Perguntas. In: FARIA, A. S. Z. e PICELLI, Z. L. S. D. **A funcionalidade**

das perguntas na elaboração do conhecimento nas aulas de ciências. Caderno Pedagógico. Secretaria de Estado de Educação do Paraná, 2008.

PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Orgs.) **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito.** São Paulo: Cortez, p. 17-52, 2002.

PORLÁN, R. **Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado em investigación.** Sevilha: Díada, 1993.

PORLÁN, R. Las concepciones epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes de magistério. **Investigaciones en la Escuela**, v. 22, p. 67-84, 1994.

PORLÁN, R. y MARTÍN DEL POZO, R. The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. **Journal of Science Teacher Education**, v. 15, p. 39-62, 2004.

PORLÁN, R.; RIVERO, Ana. **El conocimiento de los professores: Uma propuesta formativa en el área de ciencias.** Sevilla: Diada Editora, 1998.

PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 155-173, 1997.

PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 271-288, 1998.

REID, D. J.; HODSON, D. **Science for all: Teaching science in secondary schools.** London: Cassell, 1987.

RUIZ, C.; SILVA, C.; PORLÁN, R.; MELLADO, V. Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. **Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, 2005

SACRISTÁN, J. G. Consciência e Acção sobre a prática como libertação profissional dos professores. . In NÓVOA, António (org.). **Profissão Professor.** Trads. Irene Mendes, Regina Correia, Luisa Gil Porto/Portugal, 1999.

SÁNCHEZ BLANCO, G. y VARCACEL-PÉREZ, M. V. Qué tienen em cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. **Enseñanza de las Ciências**, v. 18, n. 3, p.423-437, 2000

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores** / Secretaria da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas; Organização de Silva, D. P. da; coordenação Marcondes, M. E. R. São Paulo: FDE, 2007. 108 p.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova Na Escola. **Química Nova na Escola**. São Paulo: SBQ, v.16, 2002.

SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, 1995

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SHEPARDSON, D. P. e PIZZINI, E. L. Questioning Levels of Junior High School Science Textbooks and Their Implications for Learning Textual Information. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 673-682, 1991.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de Química em atividades experimentais investigativas**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação e Instituto de Biociências, São Paulo, 2008.

SUART, R.; MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas desenvolvidas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: FAE/UFGM, v. 1. p. 1-12, 2008. Acessível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/220.pdf>

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. **Revista Brasileira de Educação**, n. 13, jan/fev/mar/abr, 2000.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. **Petrópolis**, RJ: Vozes, 2002.

VILLANI, A & FREITAS, D. Análise de uma experiência didática na formação de professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, p. 127-142, 1998.

WEISSMANN, H. (org.). **Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: ArtMed, 1998

WU, H. K., KRAJCIK, J., & SOLOWAY, E. Promoting conceptual understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, p. 821–842, 2001.

ZANON, D. A. V. **Ensinar e aprender Ciências no ensino fundamental com atividades investigativas: enfoque no projeto ABC na Educação Científica Mão na Massa**. 2005. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

ZANON, L. B. & SILVA, L. H. A. A Experimentação no Ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, Roseli P., ARAGÃO, Rosália M. R. (org.) **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p. 120-153, 2000.

ZOLLER, U. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **J. Chemical Ed.**, v. 70, n. 3, p. 195-197, 1993.

ZOLLER, U. Alternative assesment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. **Chemistry Ed. Res. Practice Europe**, v. 2 n. 1, p. 9-17, 2001.

ZOLLER, U.; DORI, Y. e LUBEZKY, A. Algorithmic and LOCS and. HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. **Intrl. J. Sci. Ed.**, v. 24, n. 2, p. 185-203, 2002.

ZOLLER, U. PUSHKIN, D. Matching higher-order cognitive skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. **Chemistry Ed. Res. Practice**, v. 8 , n. 2, p. 153-171, 2007.

ZULIANI, S. R. Q. A. **A Utilização da Metodologia Investigativa na aprendizagem de Química experimental**. Dissertação de Mestrado. Bauru: - UNESP - Campus de Bauru, 2000.

ZULIANI, S. R. Q. A. **Prática de Ensino de Química e Metodologia Investigativa: Uma Leitura Fenomenológica a partir da Semiótica Social**. Tese de Doutorado, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2006

ANEXOS

ANEXO 1

Formação do Professor– QUESTIONÁRIO 1

1-Nome:

2-Formação:

3-Leciona em () Pública () Privada () Particular

Experiência docente

() menos de 5 anos

() entre 5 e 10 anos

() mais de 10 anos

Número total de aulas semanais _____

Efetivo () OFA ()

4-Outras funções já exercidas ou que exerce

() Coordenador da Escola – Tempo na função _____

() PCOP – Tempo na função _____

() Outro – qual a função _____ Tempo na função _____

5) Descreva resumidamente sua experiência profissional como docente de Química no Ensino Médio.

6) Que visão da Ciência você acha que está transmitindo aos alunos no Ensino de Química?

7) Quais as dificuldades e limitações ligadas ao ensino de Química?

8) Qual a importância do Ensino de Química para a formação dos alunos?

9) Quando você realiza uma aula experimental qual a sua finalidade?

10) Para você quais as vantagens de oferecer uma atividade laboratorial demonstrativa?

11) E quais são as dificuldades?

ANEXO 2

Nomes dos integrantes do grupo:

Atividade 1

Supondo que você irá discutir um conceito “X” em sala, elabore um plano de aula, para o ensino deste conceito, considerando: os objetivos, o procedimento (como desenvolveria seu plano de aula, considerando a possibilidade da utilização de um experimento) e as expectativas em relação à aprendizagem dos alunos.

ANEXO 3

Nomes dos integrantes do grupo:

Atividade 2

Atividade Experimental 2

Em tubos de ensaio distintos, adicione os reagentes e preencha a tabela conforme indicado.

Reagente	Papel tornassol azul	Fenolftaleína	Carbonato de sódio
Água			
Água + ácido clorídrico			
Água + vinagre			
Água + suco de limão			
Água + água com gás			
Água + hidróxido de sódio			
Água + hidróxido de potássio			
Água + leite de magnésia			
Amostra de solo			

Sabendo que:

Solução	Tornassol Azul	Fenolftaleína	Extrato de repolho roxo
Ácida	Vermelho	Incolor	Vermelho
Básica	Azul	Rosa	Azul ou amarelo

Identifique as soluções aquosas como ácidas ou básicas.

Reagente	Identificação da solução (ácida ou básica)
Água	

Água + ácido clorídrico	
Água + vinagre	
Água + suco de limão	
Água + água com gás	
Água + hidróxido de sódio	
Água + hidróxido de potássio	
Água + leite de magnésia	
Amostra de solo	

Para você professor refletir:

Com quais objetivos e finalidades essa atividade foi elaborada?

Qual o papel do professor e do aluno nessa atividade?

ANEXO 4

Nomes dos integrantes do grupo:

Atividade 3

Questão problema: **Sabendo que o cultivo da mandioca se adapta melhor em meio ácido, como você identificaria o solo de um terreno antes de iniciar a plantação da mandioca?**

Em tubos de ensaio distinto, adicione os reagentes e preenchendo a tabela conforme indicado.

Reagente	Papel tornassol azul	Fenolftaleína	Carbonato de sódio
Água			
Água + ácido clorídrico			
Água + vinagre			
Água + suco de limão			
Água + água com gás			
Água + hidróxido de sódio			
Água + hidróxido de potássio			
Água + leite de magnésia			
Amostra de solo			

Sugestão de questões para serem discutidas em sala ou para os alunos responderem.

1. É possível classificar os materiais estudados em grupos diferentes? Em caso afirmativo, quais critérios você utilizou ao propor essa classificação?
2. A água interage com HCl gasoso, tornando-se ácida. O sistema aquoso obtido é chamado de ácido clorídrico. A evidência da acidez é dada pela mudança de cor do papel de tornassol azul. Entre os materiais estudados, quais tornam a água ácida?
3. Esses materiais apresentam comportamentos semelhantes a outros testes realizados?
4. O que você faria para determinar se uma amostra de chuva coletada em uma região industrial está ácida?

Para você professor refletir:

Com quais objetivos e finalidades essas atividades foram elaboradas?

Qual o papel do professor e do aluno nessa atividade?

As duas atividades alcançarão as mesmas finalidades?

ANEXO 5

Nome _____

Data _____

Tarefa

FERRUGEM

Em duplas.

A partir das pesquisas realizadas, elaborem um plano de aula contendo: hipótese(s), problematização, objetivos, conteúdos a serem explorados, questões dirigidas aos estudantes atividades pré e pós-laboratório sobre o tema “Ferrugem”.

ANEXO 6
ATIVIDADE
REATIVIDADE DOS METAIS
Elabore um Plano de Aula a partir da vivência

ANEXO 7
APRESENTAÇÃO FINAL DOS PROFESSORES
PROFESSOR A

Planejando uma Atividade
Experimental Investigativa
no Ensino de Química

Apresentação: Prof.^a A
Prof.^a, Coordenadora: Prof.^a Dayse Pereira Silva
Colaboração Pedagógica: Prof.^a Simone
PECOP D.E. Diadema: Prof.^a Rosa

PLANO DE AULA

TÍTULO:

Reatividade dos Metais

Apresentação: Prof.^a A
Prof.^a, Coordenadora: Prof.^a Dayse Pereira Silva
Colaboração Pedagógica: Prof.^a Simone
PECOP D.E. Diadema: Prof.^a Rosa

CONTEÚDO

IDENTIFICAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE METAIS DO
COTIDIANO BEM COMO SUA IMPORTÂNCIA
E COMPREENSÃO DE SUAS PROPRIEDADES
OXIDATIVAS.

Competências e Habilidades

- Reconhecer a importância dos metais e a existência dos diferentes tipos, compreendendo suas propriedades físicas e suas aplicações no cotidiano;
- Compreender suas diferença de reatividade através da distinção no comportamento dos diferentes tipos de metais, através da avaliação e comparação das reações ocorridas com HCl.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM

REATIVIDADE DOS METAIS, ATRAVÉS DA AVALIAÇÃO E
COMPARAÇÃO DAS REAÇÕES OCORRIDAS COM HCL

Tempo Previsto: 4 Aulas

Subdivididas em: 1 Aula teórica - Pré-Laboratório
2 Aula prática - Experimentação
1 Aula teórica - Diálogo e fixação
do aprendizado

Estratégia de Ensino

- Coleta de idéias prévias sobre o tema;
- Pesquisa dos temas abordados e investigação de materiais de seu convívio;
- Aula prática demonstrativa;
- Tabelas com a compilação dos dados obtidos em sala com os experimentos;
- Pesquisa e explanação final sobre as reações envolvidas.

Problematizações

- "Porque o portão de Ferro enferruja e o de Alumínio não?"
- "Porque o Ouro resiste a muitos anos sem se alterar, sabendo que ele também é um metal?"
- "Porque o Cobre é utilizado em fiação elétrica e não o Ferro?"
- "Porque o portão na praia enferruja com mais facilidade?"
- "Porque no portão de Alumínio não é necessário pintar?"
- "Porque se utiliza panela de Alumínio e não mais de Ferro?"
- "O que é o Bronze, o Aço Inox e o Latão, sendo que são metais e não estão na tabela periódica?"
- "O que é Ferro Galvanizado? e porque ele não enferruja com a mesma facilidade que o ferro comum?"
- "Porque minha Tia colocou Platina quando quebrou o ombro?"

Pré-Laboratório

- Solicitar que os alunos tragam algumas amostras de metais para serem utilizadas em sala, salientando que as amostras podem sofrer avarias durante a aula;
- Solicitar uma pesquisa sobre o tema que será abordado "Metais" e "Reatividade de Metais";
- Realizar um levantamento sobre o que o alunos entendem por "O que é um metal" e as diferenças físicas que existem entre cada um;

Experimentação

- Procedimento:
Partimos do princípio que o ideal é que cada grupo de alunos possam realizar os experimentos, porém pela falta de disponibilidade de materiais e também pela falta de local físico adequado, optamos por uma experimentação demonstrativa realizada pelo professor e observada pelos alunos.
- Submergir os metais a serem analisados na solução de HCl e observar as transformações ocorridas, bem como as interações entre o ácido e o metal;

Pós-Laboratório

- Após as atividades demonstrativas foi esclarecida as dúvidas referente a aula prática, surgidas durante a experimentação:
- “Porque o Ouro e a Prata não reagiu com o ácido?”
- “Porque a Palha de Aço reagiu mais rápido que o prego?”
- “Porque cada Metal reagiu diferente um do outro?”
- “O que é as Bolhas que estão borbulhando?”
- “De onde vem esse gás?”
- “Para onde foi o Magnésio? Virou gás?”

Pós-Laboratório

- Trabalhando com a tabela sugerida, foi compilado os dados em conjunto com a sala e classificado quais os metais que apresentou reatividade mais intensa;
- Foi trabalhado a formação de íons presente nas reações envolvidas no experimento,;
- Esclarecimento sobre as Ligas Metálicas e suas composições e a interferência nas propriedades dos Metais quando se obtém uma Liga Metálica;
- Foi sugerido em forma de pesquisa, as reações envolvidas no experimento, porém sem sucesso na entrega;
- “De onde vem esse gás?”
- “Para onde foi o Magnésio? Virou gás?”

Pós-Laboratório

- Trabalhando com a tabela sugerida, foi compilado os dados em conjunto com a sala e classificado quais os metais que apresentou reatividade mais intensa;
- Foi trabalhado a formação de íons presente nas reações envolvidas no experimento,;
- Esclarecimento sobre as Ligas Metálicas e suas composições e a interferência nas propriedades dos Metais quando se obtém uma Liga Metálica;
- Foi sugerido em forma de pesquisa, as reações envolvidas no experimento, porém sem sucesso na entrega;
- “De onde vem esse gás?”
- “Para onde foi o Magnésio? Virou gás?”

PROFESSOR B

Transformações químicas

ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

Professor B

Orientadora: Dayse Pereira da Silva

25 de novembro de 2009

CONTEÚDOS:

- × Evidências de transformações químicas
- × A diferença transformação química e transformação física
- × Interações entre as substâncias
- × Os fatores que influenciam nas transformações

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:

- × Reconhecer a ocorrência de transformações químicas no dia-a-dia e no sistema produtivo.
- × Empregar corretamente a linguagem científica na descrição de transformação química.

PRÉ – LABORATÓRIO:

- × Levantamento prévio dos alunos:
 - + Como podemos dizer, o que é uma transformação química?
 - + Como sabemos que ocorreu uma transformação química?

LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES:

- 1 - Quando a banana fica com pontinhos pretos, o que pode ter acontecido?
- 2 - Houve mudança das propriedades da banana?
- 3 - O que você que aconteceu?
- 4 - Quais as evidências que podemos observar?
- 5 - Isso acontece em todos os alimentos?
- 6 - Isso só acontece com os alimentos?
- 7 - Quais os outros produtos que podemos identificar como transformação química?
- 8 - Nos organismos vivos existe transformação química?
- 9 - Quais as várias evidências que podemos observar na transformação?
- 10 - Pesquisar: A diferença de transformação química e transformação física? (Busca de informações)

ATIVIDADE EXPERIMENTAL: "EVIDÊNCIAS DE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS."

- ✖ **Objetivo:** Reconhecer as transformações químicas através das evidências de cada experimento.
- ✖ **Problemática:** Como podemos identificar a ocorrência das transformações químicas? Como podemos saber se num sistema houve a formação de novas substâncias?

PÓS - LABORATÓRIO

- ✖ Montar tabela com as ideias anteriores ao experimento com os dados obtidos no experimento, analisar.
- ✖ Em quais das interações houve a formação de nova substâncias?
- ✖ Quais seriam transformações químicas?
- ✖ Levantamento de todas as evidências que caracterizaram as transformações químicas.
- ✖ Qual a relação entre as evidências e as transformações químicas?
- ✖ Avaliação: Conclusão final: relacionar as transformações químicas e evidências, do dia-a-dia dos alunos.

BIBLIOGRAFIA:

- ✖ Caderno do professor. *Química*. 1ª série, ensino médio, 1º bimestre
- ✖ SALVADOR, Usberco. *Química geral*. São Paulo: Saraiva, 1995
- ✖ Laboratório Didático Virtual. Disponível em: <http://www.labvirt.fe.usp.br>. Acesso em: 24 nov. 2009

PROFESSOR C

REATIVIDADE DOS METAIS

PROFESSOR C

Trabalho final – Atividades Experimentais
no Ensino de Química
Profa Dayse Pereira da Silva

Objetivo

Elencar quão reativo são os metais

Problematização

Ao escolher uma bicicleta de presente de final de ano, André ficou em dúvida entre duas bicicletas, uma com aro de alumínio e outra com aro cromado, ambas com igual valor, qual apresenta melhor qualidade? Qual será a melhor opção para André?

Pré-laboratório

Após o lançamento da problematização, levantar questões que possam despertar a curiosidade dos alunos, traçando paralelos com o cotidiano destes alunos, como as rodas de liga leve utilizados nos carros, os banhos metálicos que são feitos em várias peças metálicas que compõem os objetos que lidamos todos os dias, como fechadura de portas, peças de carro, bijuterias e outros.

Com base neste debate, instruir os alunos a elaborar uma tabela que eles possam anotar todas as alterações/características da reação dos metais com uma substância corrosiva para ser utilizada posteriormente na prática de laboratório.

Solicitar que eles façam uma pesquisa inicial sobre processos de oxidação e quais meios podem ser utilizados para evitar este processo, e sobre anodo de sacrifício.

Material utilizado

Raspas metálicas: de alumínio, material cromado, ferro, zinco, cobre, estanho e outros.

Tubos de ensaio.

Pipeta graduada.

Solução aquosa de ácido clorídrico

Procedimento

Identifique os tubos de ensaio com números de 1 em diante, coloque as raspas metálicas dentro destes, adicione solução de ácido clorídrico até cobrir totalmente as raspas metálicas, para isso utilize a pipeta graduada, observe o aspecto inicial ao adicionar o ácido, como: se há reação imediata, se há liberação de gases e aspectos gerais.

Anote todas as observações feitas na tabela que foi construída anteriormente.

Durante o experimento fazer com que os alunos possam construir mentalmente o conceito de reatividade destes metais, questionar qual reagiu mais rápido, qual não apresentou alteração ao entrar em contato com o ácido, levantar a dúvida de porque essas diferenças de comportamento, e outras questões que poderão surgir neste período experimental.

Ao término da prática solicitar que os alunos com base nas anotações realizadas, tentem propor uma hipótese para estes comportamentos.

Questões pós – laboratório

Quais materiais que sofreram alterações de imediato ao entrar em contato com o ácido clorídrico? Quais não apresentaram alterações?

Justifique este comportamento.

Proponha uma ordem crescente de reatividade, do mais reativo para o menos reativo.

Esquematize as reações que ocorreram em cada frasco e faça o balanceamento dos átomos envolvidos.

Identifique os elementos que sofreram oxidação e redução, esquematizando as semi-reações dos mesmos, balanceando os elétrons envolvidos nas reações.

Em sua residência há vários objetos com metais, será que a escolha deste metal foi a melhor (a mais adequada) para a finalidade esperada? Observe e relate suas observações.

Com base na experiência realizada, na pesquisa pré-laboratório, conclua qual é a melhor escolha para André?

PROFESSOR E

Professor E
Dezembro 2009
Profa. Dayse Pereira da Silva

APRESENTAÇÃO DO PLANO DE AULA CORROSÃO

INTRODUÇÃO

- ✖ A corrosão é um processo que ocorre a nossa volta com muita frequência.
- ✖ Ela causa grandes prejuízos estéticos e materiais às peças metálicas.
- ✖ No entanto, percebe-se que alguns metais não sofrem a ação corrosiva enquanto outros deterioram com facilidade.

INTRODUÇÃO

- ✖ A corrosão é um processo que ocorre a nossa volta com muita frequência.
- ✖ Ela causa grandes prejuízos estéticos e materiais às peças metálicas.
- ✖ No entanto, percebe-se que alguns metais não sofrem a ação corrosiva enquanto outros deterioram com facilidade.

CONCEITOS A SEREM TRABALHADOS:

- ✖ - Transformação química;
- ✖ - Reatividade de metais;

ATIVIDADE 1:

- ✖ - Procure em sua casa e identifique ao menos dois materiais que apresentem sinais de corrosão.
- ✖ Em seguida, descreva em seu caderno o local da casa onde você encontra a corrosão e seu aspecto. Faça isso para familiarizar-se com o fenômeno.

O QUE É CORROSÃO?

O TERMO CORROSÃO É MUITAS VEZES USADO PARA DESCREVER FENÔMENOS DIVERSOS, COMO O DESGASTE DE UMA PEÇA DE MADEIRA PELO ATRITO OU DO MÁRMORE DA PIA PELO SUCO DE LIMÃO.

NO ENTANTO, ESTUDAMOS AQUI A CORROSÃO DOS METAIS, QUANDO, A PARTIR DA TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA, O METAL PODE PERDER SUAS CARACTERÍSTICAS ORIGINAIS, COMO BRILHO, CONDUTIBILIDADE TÉRMICA E ELÉTRICA E RESISTÊNCIA DE TRAÇÃO.

UMA PEÇA METÁLICA DE FERRO APRESENTA BRILHO ACINZENTADO (QUANDO POLIDA), BOA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E BOA CONDUTIBILIDADE TÉRMICA E ELÉTRICA. SE ESSA PEÇA FOR CORROÍDA PELA FERRUGEM, APARTE DO FERRO METÁLICO SERÁ TRANSFORMADO EM FERRUGEM (SÓLIDO AVERMELHADO).

A FERRUGEM É UM CRISTALINO ($\text{Fe}_2\text{O} \cdot \text{X H}_2\text{O}$) QUE NÃO CONDUZ BEM O CALOR OU A ELETRICIDADE, PRATICAMENTE NÃO POSSUI RESISTÊNCIA À TRAÇÃO (POIS É UM PÓ) E NÃO TEM ASPECTO DE METAL, OU SEJA, QUANDO O FERRO É CORROÍDO POR FORMAÇÃO DE FERRUGEM NÃO POSSUI CARACTERÍSTICAS METÁLICAS.

O MESMO OCORRE COM OUTROS METAIS, O ZINCO, POR EXEMPLO, EM SUA SUPERFÍCIE, SE FORMA UMA CAMADA BRANCA (RESÍDUO DE ZINCO, ZnO) EQUIVALENTE À FERRUGEM EM PEÇA DE FERRO.

ENTÃO, A CORROSÃO DE UMA PEÇA METÁLICA, FAZ COM QUE ELA PERCA SUAS CARACTERÍSTICAS POR MEIO DE TRANSFORMAÇÕES DA MATÉRIA.

A CORROSÃO PODE SER ENTENDIDA COMO DESGASTE QUÍMICO DO METAL. DESSA FORMA, PARTE DO METAL É TRANSFORMADO EM OUTROS COMPOSTOS, QUE NÃO PERMANECEM EM CONTATO COM ELE. É COMO SE PARTE DO METAL DESAPARECESSE.

O INTERESSANTE É QUE, NORMALMENTE, A CORROSÃO É UM PROCESSO ESPONTÂNEO, OU SEJA, ELA PODE OCORRER SEM INTERFERÊNCIA EXTERNA.

A CORROSÃO DE CERTAS PEÇAS METÁLICAS SEMPRE OCORRERÁ, AINDA QUE EM PEQUENO GRAU OU TEMPO

MUITO LONGO. O QUE FAZEMOS, COMO PROTEÇÃO, É TENTAR RETARDAR OU DIMINUIR ESSE PROCESSO.

QUESTÕES PARA SEREM EXPLORADAS

- ✖ - Porque a aliança de sua mãe não enferruja?
- ✖ Qual a porcentagem de metais existente na liga metálica da aliança?
- ✖ Em que se baseia as propriedades das ligas metálicas?
- ✖ Estabeleça relação entre classificação dos metais e a sua reatividade.

EXPERIÊNCIA:

- ✖ (análise da estabilidade ou dificuldade de interação de alguns metais).
- ✖ Esta experiência visa demonstrar a diferença no grau de reatividade de alguns metais.

1ª PARTE.

- - Em dois béqueres de 250ml, adicione 20ml de água.
- - Adicione, simultaneamente, em pequeno pedaço de zinco no primeiro béquer e uma porção muito pequena de sódio metálico no outro.
- Observe e responda:
- Tomando como base a reação com a água, qual dos dois elementos é mais reativo?
- Qual fenômeno observado em sua experiência indicou-lhe a resposta?
- Observe como o sódio e o zinco estavam armazenados, a partir dessa observação, verifique se a conclusão da questão anterior está correta.

2ª PARTE

- ✗
- ✗ - Transfira 20ml de ácido clorídrico.
- ✗ - Adicione simultaneamente um pequeno pedaço de ferro no primeiro béquer, um pequeno pedaço de magnésio metálico no terceiro.
- ✗ - Observe a ocorrência e a rapidez das transformações.

A PARTIR DAS OBSERVAÇÕES, RESPONDA:

- 1) Considerando que a rapidez da transformação pode ser tomada como um indicativo da reatividade do metal, organize os metais estudados pela reatividade.
- 1) Coloque do mais reativo para o menos reativo;
- 1) a 2ª parte, não utilizamos o sódio metálico. Como você encaixa o sódio na fila reativa elaborada nessa 2ª parte?
- 1) Com relação à questão "o ouro enferruja?", podemos dizer que o termo ferrugem não é apropriado a outro metal que não seja o ferro. É mais indicado perguntar se o ouro se oxigena ou oxida (ou se ele é atacado pelo gás oxigênio). Nesse caso, a resposta é não. O ouro, em virtude de suas características químicas, praticamente não é atacado pelos agentes que promovem a corrosão (O_2 , H_2O) e os poluidores.

FECHAMENTO:

- ✗ - É agora podemos responder:
- ✗ Por que a corrosão acontece e é tão nociva aos objetos expostos ao meio ambiente?
- ✗ O que é a reatividade dos metais? Qual a função no meio?

PROFESSOR F

Extração dos metais : corrosão e utilização
Apresentação – Trabalho de conclusão do curso
Profa. Dayse Pereira da Silva – CENP

**PROFESSOR F
DIADEMA**

OBJETIVOS

- ✖ Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, analisando a importância desse estudo relacionado à “Reatividade dos Metais” e sua utilização.
- ✖ Fortalecer o ensino sobre a “Reatividade dos Metais” introduzindo a extração dos minérios e o beneficiamento destinado a indústria, para que a aprendizagem seja mais significativa para o aluno. Utilizar o seu conhecimento, para propor soluções que aparecem no seu cotidiano.

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

- ✖ Relacionar o uso dos metais, sua extração e beneficiamento com os conceitos de química, para que o aluno chegue a conclusões sobre as mudanças ocorridas no ferro e outros metais usados no sistema produtivo a partir das reações que ocorrem naturalmente por corrosão e a relacionados a transformação química que ocorre;
- ✖ Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos sobre as variáveis que podem afetar a corrosão do ferro para a elaboração de propostas de intervenção na sociedade.

CONTEÚDOS

- ✖ Fatores que influenciam a corrosão e as reações no ferro:
 - a) - umidade (água);
 - b) - oxigênio e oxidação
 - c) - corrosão dos metais.
 - d) - propriedades dos metais;
 - e) – oxi-redução.
- ✖ Fontes e usos dos metais;
 - a)- extração dos minério;
 - b)- usos dos metais;

ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Levantamento das concepções dos alunos:

- Como são extraídos os minérios?
- Quais os tratamentos que são feitos a partir do seu uso?

Após vários questionamentos e discussões com os alunos, sempre buscando resgatar os seus conhecimentos prévios e conceitos já adquiridos, até para que os mesmos se envolvam no processo de ensino/aprendizagem.

Em seguida solicitar que os alunos realizem pesquisa em busca respostas as questões propostas.

PROBLEMATIZAÇÃO

- ✖ Os conhecimentos relativos a extração do minério podem ser usados para sua intervenção no seu cotidiano?

PRÉ-LABORATÓRIO

- ✖ Discutir com os alunos os resultados da pesquisa a partir do problema que foi colocado.

- ✖ Os metais e o Homem Vione Mussa Espindão Editora Ática 1996.
- ✖ Oxidação de metais Maria Helena Cunha Palma e Vera Aparecida de Oliveira Tiera - QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Nº 18, NOVENBERO 2003

ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

- ✖ Qual o motivo de se tratar os minérios após sua extração?
- ✖ Esses tratamentos são feitos a partir do seu uso?
- ✖ Que conceitos químicos sobre a extração e beneficiamento dos minérios são usados para modificar o metal?
- ✖ Que influências sofrem os metais para ocorrer a sua degradação?
- ✖ Justifique.
- ✖ Que relação há entre as propriedades dos metais e o uso na indústria?
- ✖ Você acredita que as propriedades são importantes para a indústria transformar o ferro?
- ✖ Como?
- ✖ Observe a atividade experimental (metais reagindo com HCl) e tente relacionar como a indústria pode controlar a corrosão.
- ✖ *Porque é importante entender a oxi-redução? Que variáveis temos que controlar nas reações que envolvem a oxidação dos metais?*

LEITURA COMPLEMENTAR PARA REFLEXÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

- ✖ Em seguida, é proposto ao aluno a leitura do texto complementar, "Oxidação dos Metais", que pode ser realizado individualmente ou em coletivo, proporcionando ao aluno o aprofundamento do conceito, e com isso ampliar seu conhecimento.
- ✖ Após o experimento, observação, discussão, leitura de texto complementar e intervenção do professor.
- ✖ O aluno é levado a responder as questões propostas na atividade.

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A12.PDF>

PÓS-LABORATÓRIO

- ✖ Discussão da atividade
- ✖ a- Você acredita que as propriedades são importantes para a indústria transformar o ferro? Como?
- ✖ b- Como controlar a reatividade da água e do oxigênio para que não ocorra a degradação dos metais?
- ✖ Porque é importante entender a oxi-redução?
- ✖ c- Que variáveis temos que controlar nas reações que envolvem a oxidação dos metais?
- ✖ Após vários questionamentos e discussões com os alunos, sempre buscando resgatar os seus conhecimentos prévios e conceitos já adquiridos, até para que os mesmos envolvam no processo de ensino/aprendizagem.

RESGATE DA PROBLEMATIZAÇÃO

- ✖ A partir dos conhecimentos adquiridos, pedir que os alunos usem seus conhecimentos adquiridos para pensar em intervenções que melhore a qualidade de sua vida;
- ✖ Elaborar em grupos as intervenções;
- ✖ Sistematização das atividades em grupo.