

# EXPERIMENTOS INVESTIGATIVOS EM LABORATÓRIO DE QUÍMICA FUNDAMENTAL

## ACCOMPLISHMENT OF INVESTIGATIVE EXPERIENCES IN GENERAL CHEMISTRY LABORATORY'S

**Maria Stela da Costa Gondim<sup>1</sup>**  
**Gerson de Souza Mól (orientador)<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - UnB , stelagondim@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - Instituto de Química - UnB, gmol@unb.br

### **Resumo**

Este trabalho relata uma experiência desenvolvida, no primeiro semestre de 2006, na disciplina Laboratório de Química Fundamental, que é oferecida no primeiro período do curso de licenciatura em química da Universidade de Brasília – UnB, correspondente à parte prática de disciplinas de Química Geral. O foco de tal trabalho consistiu em trabalhar atividades experimentais em diferentes níveis de diretividade, considerando uma escala que leva em conta se o problema, os caminhos e meios e a resposta são dados ou não. Dessa forma, os alunos podem seguir um roteiro no qual até a resposta é dada e no outro extremo trabalhar numa situação na qual apresentamos um problema e os grupos de alunos devem propor metodologias viáveis para investigá-lo, executá-las e encontrar as respostas. Assim, desenvolvemos a percepção dos alunos para diferentes abordagens experimentais e os instigamos a desenvolverem o senso crítico e a criatividade na resolução de problemas químicos.

**Palavras-chave:** experimentos investigativos, química geral, laboratório.

### **Abstract**

This work reports a developed experience, on the first semester of 2006, in the discipline General Chemistry Laboratory, which is offered in the first period of the Degree in Chemistry Course of the University of Brasília – UnB, related to the practical part of General Chemistry. The main point of this work consisted in working experimental activities in different levels of directivity, considering one scale that counts if the problem, the ways and instruments and the answer are given or not.

This way, the students can follow a schedule in which even the answer is given and, on the other extreme, work in a situation in which we introduce a problem and the groups of students have to suggest viable methodologies to investigate, execute and find the answers for it. Then, we develop the perception of the students to different experimental approaches and incite them to develop the critical sense and the creativity on the resolution of chemistry problems.

**Keywords:** Investigative experiences, General Chemistry, Laboratory.

## INTRODUÇÃO

### AS BASES PARA A ORIGEM DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Embora muitos estudos sobre o uso da experimentação no ensino de ciências tenham sido realizados (BARBERÁ e VALDÉS, 1996; HODSON, 1994), seu papel investigativo ainda está distante de ser adequadamente focado em nossas escolas, tanto no ensino básico, quanto no ensino superior. A sua inserção como uma atividade característica da ciência surgiu com o advento da ciência moderna.

As primeiras incursões referentes à experimentação foram realizadas devido à necessidade humana de compreender a natureza. Durante a Antiguidade Clássica e perpassando por toda a Idade Média, o pensamento mais preponderante sobre a compreensão da natureza foi o de Aristóteles (384-323 a.C.), baseado na lógica filosófica. Para tanto, a observação, fundamentada no empirismo, aliava-se à lógica, tornando-se o principal mediador entre o sujeito e o fenômeno (GIORDAN, 1999).

Até o final da Idade Média surgiram, na Europa, grandes universidades, ligadas à Igreja e aos nobres, onde o ensino teológico era privilegiado. A universidade começou a mudar a Europa. A educação converteu-se no centro da sociedade em gestação, sendo retomado o humanismo greco-romano orientado em função do homem livre, criativo e capaz de conhecer e transformar a natureza das coisas e dos acontecimentos. Entre o final do século XIV e o início do século XVII, a Europa experimentou duas poderosas revoluções: o Renascimento e a Reforma. Um aspecto chave desse período foi o surgimento do “método científico”. Pensadores renascentistas advertiam contra a fé cega na antiga autoridade, fosse ela a doutrina religiosa ou a científica de Aristóteles, ainda quase universalmente aceita. A crença medieval de que problemas podiam ser resolvidos apenas com o pensamento também foi criticada (STRATHERN, 2002).

O primeiro a divulgar os elementos da nova ciência foi Galileu (1564-1642). Ele desenvolveu a concepção heliocêntrica de Copérnico e, supondo também a existência de uma ordem matemática no mundo, testou-a de diversos modos e combinou-a com a matemática e com a física. Com isto, foi possível conceber a noção de força mensurável e a ciência moderna nasceu. A aplicação da análise matemática aos problemas da física deu origem à ciência experimental no sentido moderno. Pela primeira vez, eventos práticos poderiam ser avaliados, divididos em suas partes e medidos, tudo em termos matemáticos exatos. Eventos similares podiam ser comparados e, se houvesse correspondência entre os mesmos, leis podiam ser formuladas (STRATHERN, 2002).

A abordagem de Descartes (1596-1650) era diferente do experimentalismo de Galileu. Para o filósofo francês, a ferramenta primordial na busca do conhecimento era a razão. Ele a considerava independente da experiência sensível, já que a primeira seria inata, imutável, igual em todos os homens. Descartes propôs, para a busca do conhecimento, um método – o cartesiano – que consistia em decompor uma questão em outras mais fáceis, até que se chegue a um grau de simplicidade suficiente para que a resposta se torne uma evidência. Os princípios do método cartesiano, segundo Alquié (1987<sup>1</sup>, apud OLIVEIRA, 2000), são baseados na intuição, na dedução e na ordem. Descartes marcou a humanidade com a sua visão mecanicista da realidade, em que o mundo físico e seus fenômenos são concebidos como uma máquina e suas partes. A idéia de que a natureza é governada por leis cuja forma é a matemática é defendida por ele, bem como por Galileu (OMNÉS, 1995).

Enquanto isso, Francis Bacon já estava produzindo uma ciência de pensamento e prática. A sua concepção sobre a natureza do conhecimento científico é caracterizada pelo empirismo, ou seja, o conhecimento origina-se na observação e na coleta de dados sobre casos

---

<sup>1</sup> ALQUIÉ, Ferdinand. **Galileu, Descartes e o mecanicismo**. Lisboa: Gradiva, 1987.

particulares (fenômenos da natureza). A partir dos vários experimentos realizados, poderia ser formulada, pela indução, uma teoria geral (GIORDAN, 1999; STRATHERN, 2002). Este método ainda persiste nos dias atuais, principalmente na educação científica escolar, sendo considerado “o método científico”.

Assim, a ciência moderna se estabelece mediante duas regras básicas de operação mental: a intuição e a dedução.

Para que a ciência se institucionalizasse, tudo o que poderia prejudicar uma visão positivista da mesma deveria ser eliminado. Este exame crítico relativo ao que poderia ser ou não ciência resultou no positivismo (século XIX), uma escola de grande influência no pensamento científico moderno. Para o positivismo, as causas ou razões dos fenômenos não podem ser conhecidas. Sendo assim, as ciências só poderiam determinar as leis às quais os fenômenos estão sujeitos. Destarte, a ciência seria um tipo de conhecimento considerado como objetivo, perfectível, progressivo e cumulativo, impessoal, hipotético. O positivismo foi caracterizado nas ciências sociais por Augusto Comte, revelando uma ideologia que considera as ciências neutras e livres de juízo de valores (BORGES, 1996).

Desta forma, a experimentação inseriu-se no ensino de ciências como um fator diferencial, próprio de tal ensino (BARBERÁ e VALDÉS, 1996). Ela foi baseada nesta concepção positivista de ciência do método científico e da sua descrição clássica, na qual as leis são obtidas a partir de uma observação fiel da realidade, são testadas utilizando-se experimentações e, depois, podem tornar-se teorias que expressam a realidade (FOUREZ, 1995).

#### **A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Até o final da década de 60, a experimentação realizada no ensino de ciências enfatizava a observação, considerando-a como fonte e função do conhecimento, na qual são aplicadas as regras do método científico. O estudante, ao ser conduzido a reproduzir as regras de tal método durante a experimentação, assimilaria o seu conhecimento subjacente. Esta concepção, que é efetivada na visão de ensino promovida pela aprendizagem por descoberta, desvaloriza a criatividade científica e enfatiza a visão de um “conhecimento científico como um conjunto de verdades definitivas e inquestionáveis” (ROSITO, 2000, p.201).

Entretanto, ao fazermos uma observação, já selecionamos o que observar, fazemos uma “organização da visão” (FOUREZ, 1995, p. 40). Além disso, também fazemos uso de teorias (noções) implícitas em nossa mente, que nos auxiliam na observação e são dependentes do contexto em que estamos situados. Então, observar é interpretar e não é uma ação passiva. As proposições empíricas já possuem uma base teórica e são vistas como não discutíveis e apoiadas por uma convenção prática relacionada com o trabalho científico realizado naquele momento (FOUREZ, 1995; POPPER, 1993; KUHN, 2006).

De acordo com Hodson (1994), a busca por respostas e resultados “corretos” na realização do experimento depõe contra uma possível forma de estimular atitudes científicas, já que cada cientista busca o seu próprio modo de agir e este pode ser reformulado. Em termos de aprendizagem de conhecimentos e métodos científicos, Hodson (1994) e Silva e Nuñez (2002) comentam que os estudantes, ao realizarem experimentos individualmente, têm uma compreensão distorcida e incoerente da metodologia científica, além do trabalho ser realizado como uma receita a ser seguida. Outros problemas apontados pelo autor relativos à aprendizagem por descoberta são a sua simplicidade aparente, o seu modelo científico indutivista, os critérios inadequados utilizados pelos professores acerca da natureza da ciência e a comodidade advinda de uma crença em um método científico característico, dirigente. Nos dizeres de Hodson (1994, p. 302, tradução nossa), “a aprendizagem por descoberta é epistemologicamente equivocada, psicologicamente errônea e pedagogicamente impraticável”.

Em uma perspectiva que considera as concepções prévias dos estudantes, a visão sobre a experimentação no ensino de ciências passa a se modificar a partir de trabalhos realizados na década de 70. O uso da experimentação passa a justificar-se apoiando em motivos relacionados à estrutura da ciência, vista agora como construção humana e, portanto, factível de erros; à psicopedagogia; à didática das ciências, com suas especificidades; e à reformulação conceitual das idéias do estudante (AXT, 1991).

Como afirma Giordan,

Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas (GIORDAN, 1999, p. 44).

A experimentação investigativa favorece as relações entre os níveis fenomenológicos e teóricos das ciências (no nosso caso, Química) e também o surgimento de discussões dialógicas entre estudantes e entre esses e o professor. Cabe ao professor a mediação pela linguagem científica, já que a observação do fenômeno por si só não é capaz de trazer à tona os conceitos químicos que permitem interpretar o fenômeno ocorrido. Além disso, há que se considerar que os estudantes trazem as suas concepções prévias que, muitas vezes, se contrapõem ao conhecimento científico. Daí a necessidade de um momento de reflexão durante as aulas experimentais para que essas idéias possam ser explicitadas e trabalhadas como hipóteses que podem ser substituídas por outras (os conceitos científicos).

Podemos ir adiante nesta reflexão, não considerando a dicotomia teoria/prática, fazendo uma indistinção entre sala de aula e laboratório, já que o estudante, ao se deparar com um problema a ser resolvido, deveria fazer mais do que observações e medidas experimentais (ZANON e SILVA, 2000; COSTA et al., 1985).

Mesmo diante de tantas críticas ao uso da experimentação que “fala por si mesma” e como forma de comprovação de teorias (atividades propostas voltadas para a demonstração de verdades estabelecidas), este é ainda o modelo utilizado nas escolas, tanto no ensino básico, quanto no ensino superior. O estudante recebe um roteiro com a descrição dos procedimentos a serem realizados e que, muitas vezes, descreve o que irá acontecer durante sua realização (ROSITO, 2000). As características investigativas da experimentação são pouco exploradas durante o curso de formação de professores de ciências, no nosso caso específico, de Química, e as suas críticas são relativas à questão tempo e parecem não levar em consideração a aprendizagem e a formação de conceitos, demonstrando uma visão conteudista, na qual o importante é a “transmissão” de uma grande quantidade de conteúdos e execução de procedimentos práticos.

Pensando em uma estruturação da experimentação a ser utilizada nos materiais instrucionais de laboratório, Costa et al. (1985) organizou uma escala de diretividade que considera como componentes o problema, os procedimentos e as respostas. Tal escala define os seguintes níveis:

- Nível zero: o problema, os caminhos e meios e a resposta são dados. Este nível, embora seja amplamente empregado em cursos de graduação, não favorece o desenvolvimento da investigação. Nesses casos, os estudantes recebem roteiros lineares das aulas práticas a serem realizadas, tornando-se simples executores de tarefas.
- Nível um: o problema, os caminhos e meios são dados, ficando somente a resposta em aberto. Encontrado nas aulas experimentais de química, tanto no ensino básico como no superior.
- Nível dois: o problema é dado, mas os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto. Pouco comum.

- Nível três: o problema, os caminhos e meios e a resposta ficam em aberto. Neste nível, os estudantes defrontam-se com situações que devem instigá-los a definir um problema, criar hipóteses e definir um método para investigá-lo. Raríssimo.

Hodson (1994) aponta três aspectos essenciais no ensino de ciências: aprendizagem de ciências para adquirir e desenvolver conhecimentos teóricos e conceituais; aprendizagem sobre a natureza das ciências para desenvolver seu entendimento e seus métodos e a consciência de suas interações com a sociedade; a prática das ciências para desenvolver os conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas. Tais aspectos ressaltados pelo pesquisador são/estão interrelacionados e a compreensão de um contribui para a compreensão de todos eles, orientando para “uma mesma atividade construtivista, reflexiva e interativa” (p.310, tradução nossa).

Para Barberá e Valdés (1996), no ensino universitário deveria ser priorizado o aprender a fazer ciências durante o trabalho de laboratório, pois o objetivo de tal ensino é a formação de cientistas com capacidade investigativa. Entretanto, os mesmos autores destacam que é neste nível de ensino que são apresentados os maiores problemas relativos à experimentação, já que o papel investigativo da mesma não é explorado.

Reiterando o papel investigativo da experimentação e em virtude da ausência da exploração dos fenômenos químicos (abordagem fenomenológica) e da inter-relação destes com os níveis teórico e representacional durante o Ensino Médio, a experimentação em disciplinas básicas de um curso de química no ensino superior deve propiciar momentos com tais inter-relações. As atividades experimentais podem também estar mais apoiadas no conhecimento e aquisição de conteúdos procedimentais, relativos à prática científica e, no caso, à prática química.

Além disso, no caso de cursos de química, deve-se salientar que está sendo formado um profissional que atuará como professor dessa disciplina. Entretanto, existe uma séria limitação do professor de Ciências (Química) para a utilização da experimentação em suas aulas (ROSITO, 2000). Estas limitações, de acordo com McDermott (1990<sup>2</sup>, apud ROSITO, 2000), são devidas à formação do professor e estão ligadas a aspectos como: atividades experimentais voltadas ao desenvolvimento de processo e comprovação, do tipo receita de cozinha; excesso de aulas expositivas e ausência de problemas investigativos. Assim, como poderia o professor trabalhar diferentemente em suas aulas? Será que os aspectos essenciais da ciência não deviam permear todo o curso de licenciatura em química, diferentemente do que é praticado? Será que apenas as disciplinas “diretamente” ligadas ao ensino devem mostrar e empregar abordagens diferenciadas e apresentar a experimentação nas ciências de forma investigativa?

Este trabalho teve como objetivo principal apresentar aos ingressantes de um curso de Licenciatura em Química uma proposta investigativa para as aulas experimentais, na qual foram exploradas as várias escalas de diretividade. Tal proposta possibilitou levar à discussão as possibilidades e o papel da experimentação, já que foi solicitado aos estudantes que avaliassem a sua aprendizagem e motivação frente à metodologia empregada.

## DESENVOLVIMENTO

A disciplina Laboratório de Química Fundamental é oferecida no primeiro período do curso de licenciatura em química da Universidade de Brasília – UnB. Ela é cursada simultaneamente à disciplina Fundamentos de Química, similar às disciplinas de Química Geral. Embora estejam relacionadas e tenham origem comum, essas disciplinas são, normalmente, ministradas por professores distintos e com avaliações independentes. Desta forma, a aprovação em uma disciplina não está vinculada à aprovação na outra. Isto permite que estudantes que

---

<sup>2</sup> McDERMOTT, L.C. A perspective on teacher preparation in physics and other sciences: the need for special science courses for teachers. *American Journal of Physics*. v. 8, n.58, p.734-742, 1990.

curram a disciplina teórica não necessariamente estejam cursando a disciplina prática e vice-versa. Outro aspecto relevante é que os conteúdos programáticos não são totalmente correspondentes e as seqüências de abordagem não são as mesmas, caracterizando uma maior desvinculação entre elas.

No primeiro semestre de 2006, durante a realização deste trabalho, as duas disciplinas (Laboratório de Química Fundamental e Fundamentos de Química) foram ministradas pelos autores do mesmo (denominados aqui professores-pesquisadores). A turma da disciplina Laboratório de Química Fundamental não era a mesma da disciplina Fundamentos de Química, sendo formada pelos estudantes ingressantes e apenas dois repetentes, enquanto na disciplina teórica havia treze estudantes repetentes e trinta ingressantes. Entende-se que este já é um empecilho para uma inter-relação teoria-prática e, infelizmente, a única forma encontrada para contorná-lo foi estabelecer uma relação entre os conteúdos tratados na aula teórica e na aula prática. Isto significa que os assuntos tratados na disciplina teórica eram trabalhados, no mesmo período, nas aulas experimentais.

A fim de realizar um diagnóstico do perfil dos estudantes, foi aplicado um questionário com perguntas relativas à formação em química no Ensino Médio. Dentre as questões, uma delas referia-se à experimentação (“Como eram suas aulas de Química no Ensino Médio? Havia experimentação?”). Aproximadamente 70% dos estudantes afirmaram que não tiveram aulas experimentais durante o Ensino Médio, uma característica muito comum em nossa realidade de ensino de Ciências. Compreende-se, então que, para muitos, a realização de atividades experimentais em Química era completa novidade.

De acordo com o programa da disciplina, ela deveria trazer ao estudante ingressante no curso de Química subsídios para o entendimento dessa ciência que estuda a matéria, a sua estrutura e constituição e as suas transformações.

As atividades realizadas pelos alunos foram gravadas em vídeo e também registradas em diário de bordo. Além dos dois pesquisadores, a aula ainda era acompanhada por um técnico de laboratório. A turma foi dividida em grupos formados por três componentes. Cada grupo tinha, em sua bancada, materiais de uso comum no laboratório químico, como pipetas graduadas e volumétricas, buretas, béqueres, erlenmeyers, funis de decantação, kitsatos, bastões de vidro e tubos de ensaio.

Foram tratados os seguintes assuntos no decorrer da disciplina: “Normas de segurança e periculosidade dos reagentes”; “Precisão de medidas e separação de substâncias”; “Preparação de solução”; “Padronização do ácido clorídrico”; “Determinação da Constante de Avogadro”; “Reações em solução aquosa”; “Estudo cinético da reação do magnésio e ácido clorídrico”; “Termoquímica”; “Equilíbrio químico”; “Determinação de raio atômico”.

Com objetivo de se discutir com os alunos os diferentes níveis de diretividade de atividades didáticas experimentais, as aulas foram realizadas a partir de propostas que contemplavam diferentes níveis.

Para a discussão neste trabalho, foram selecionadas aulas que abordaram os seguintes temas: “Separação de substâncias”, “Determinação da constante de Avogadro”; “Reações de substâncias inorgânicas em solução aquosa”; “Estudo cinético da reação do magnésio e ácido clorídrico” e “Termoquímica”. Estas foram trabalhadas em diferentes níveis de diretividade, permitindo essa discussão com os alunos a partir de situações exemplos.

Durante a aula de precisão de medidas, os vários instrumentos de laboratório químico foram apresentados com as suas finalidades. Em seguida, foi solicitado aos estudantes que fizessem a separação de materiais como: água e areia, solução de sulfato de cobre, água e óleo de cozinha (vegetal) e uma folha de trapoeraba roxa (planta que possui folhas de coloração roxa, de nome científico *Tradescantia pallida*), da qual eles deviam extrair a clorofila. Nenhum roteiro foi fornecido aos alunos para a realização da tarefa, característica de uma atividade de nível de

diretividade dois. Os alunos ficaram livres para escolher os métodos que achassem mais adequados.

O primeiro fator que observamos durante a realização da tarefa foi o dinamismo da aula e a motivação dos estudantes. Alguns grupos pediram buretas para separar a água do óleo, outros utilizaram uma pipeta com pêra (fizeram um sifão) e outros ainda pediram funis de decantação. Para separar a areia da água, todos usaram o funil e realizaram filtrações. Alguns fizeram a filtração a vácuo. Na separação do sulfato de cobre, alguns grupos sugeriram fazer uma destilação (embora nem todos expressassem este termo, mas entendia-se que eles queriam coletar a água após a sua evaporação). Os professores-pesquisadores intervieram, sugerindo que a água não precisava ser coletada. Então, eles fizeram a evaporação. Nesse momento, o técnico de laboratório questionou os estudantes sobre a utilização de erlenmeyers para fazer a evaporação. Após discussão sobre as implicações do formato desse tipo de recipiente, todos optaram por utilizar béqueres, pois suas bocas largas facilitariam a evaporação. Alguns grupos não foram até ao final da evaporação e ainda tinham o sulfato hidratado, outros obtiveram o sulfato praticamente livre de água (branco). Um grupo, com a ajuda do técnico, fez uma cristalização, utilizando choque térmico com bacia de gelo. Na separação da clorofila, eles realizaram a maceração. Muitos adicionaram água após macerar, alguns adicionaram álcool, já pensando na solubilidade. Um grupo filtrou a solução verde obtida. Outros secaram o líquido obtido. Muitos afirmavam terem já obtido somente a clorofila, mesmo se tratando de uma solução de constituintes desconhecidos. Um grupo utilizou a gasolina, explicando que a clorofila deveria dissolver-se nesta (“solvente apolar dissolve soluto apolar”).

Percebemos, nesta primeira atividade, que a grande maioria tinha conhecimento dos procedimentos, mas não da utilização adequada de técnicas e equipamentos do laboratório. As intervenções dos pesquisadores, tanto em termos de orientações para a realização dos procedimentos quanto relativas ao uso da linguagem científica, foram essenciais para a compreensão dos conteúdos conceituais e procedimentais da atividade. Ao final da aula, discutimos o uso adequado de cada equipamento.

O experimento “Determinação da Constante de Avogadro” foi realizado seguindo-se um roteiro (MÓL et al., 1996). A montagem do experimento foi realizada por eles. Questionamentos sobre como encher as seringas e identificar os gases foram feitos. Um dos pesquisadores demonstrou como encher e colocar a seringa na cuba com solução de hidróxido de sódio e deu explicações sobre o experimento, à medida que as questões foram sendo levantadas por mais alunos, relatando que era uma reação de eletrólise da água, na qual o gás formado em maior quantidade seria o hidrogênio. Um grupo perguntou por que a solução de uma das seringas havia ficado escura. Sem a resposta pronta, aos poucos, o próprio grupo observou a oxidação dos eletrodos e encontrou a resposta. Outros grupos também observaram isto. Foi observado nessa aula que, mesmo seguindo um roteiro bem detalhado (nível de diretividade zero), os estudantes já apresentavam um caráter questionador e propunham mudanças no mesmo a fim de atingirem seus objetivos.

A atividade “Reações de substâncias inorgânicas em soluções aquosas” baseou-se no artigo de Nery, Liegel e Fernandez (2006) e foi desenvolvida em duas aulas consecutivas. Na primeira aula, os grupos foram instruídos a elaborar um procedimento para identificar as substâncias que constituíam 12 amostras não-identificadas, caracterizando uma atividade de nível de diretividade igual a dois. Para isso, tinham a seu dispor papel indicador, solução de nitrato de chumbo II e uma tabela de solubilidade de substâncias. A primeira aula foi utilizada para estudo e elaboração, em grupo, de uma proposta de identificação das amostras. O experimento foi executado na aula seguinte, sendo que a proposta de procedimento de cada grupo foi entregue para avaliação dos professores antes da execução. A discussão nos grupos foi intensa e a mediação pelos professores foi essencial para o prosseguimento da atividade. O grupo formado por um estudante em estágio mais avançado no curso chegou primeiro a uma proposta

de procedimento coerente. Com certeza, o fato deste referido estudante já ter feito a disciplina química analítica ajudou muito.

Na segunda aula dessa série, os estudantes executaram suas sugestões de procedimento para identificar os sais em cada solução. No início, todos perguntaram como era a mudança de cor do papel tornassol. Como a informação não foi “dada”, um grupo tomou a iniciativa de pegar no laboratório uma solução de ácido e outra de base para identificar a mudança de cor. Como a interação no laboratório era estimulada e já acontecia normalmente, os demais grupos seguiram esse mesmo passo. Alguns grupos tiveram mais dificuldades para identificar os sais, pois os procedimentos elaborados não previam, por exemplo, a formação de sais básicos ou ácidos. Outros queriam diferenciar sais pela quantidade de precipitado formado. Alguns tiveram problemas para precipitar um sal pouco solúvel, outros ainda queriam medir o pH das soluções formadas após a mistura dos reagentes e assim identificá-las. A atividade possibilitou a discussão de vários conceitos, como pH, solubilidade e reação química, além de uma negociação de significados entre os componentes do grupo, entre os grupos e também com os professores-pesquisadores.

A atividade “Estudo cinético da reação do magnésio e ácido clorídrico” baseou-se em Gennari et al. (2001), teve nível de diretividade dois e também foi realizada em duas aulas. Os alunos tinham que fazer o estudo cinético da reação do magnésio e ácido clorídrico (determinar a ordem e a constante de Arrhenius). A primeira discussão com a turma foi sobre os fatores que afetariam a rapidez da reação (área superficial do magnésio, concentração de ácido clorídrico, etc.). Depois, cada grupo tentou montar o seu experimento. Na discussão dos grupos com os professores-pesquisadores, os primeiros foram lembrados do procedimento de coleta de gás realizado no experimento para determinação da Constante de Avogadro. Alguns sugeriram acompanhar o pH da reação, outros o uso da seringa para medir o volume do gás e outro grupo ainda sugeriu determinar o excesso de ácido clorídrico a partir de titulação. Na segunda aula, explicamos quais seriam os procedimentos matemáticos para a determinação dos parâmetros cinéticos (linearização da equação que relacionasse rapidez com concentração de ácido clorídrico e com área superficial de magnésio). Os grupos terminaram a montagem do experimento e coletaram os dados. A maioria dos procedimentos experimentais baseou-se na coleta de gás hidrogênio. Um grupo percebeu que os resultados estavam “estranhos” (a rapidez da transformação química aumentava bruscamente depois de um determinado tempo). Com a explicação de um dos professores-pesquisadores sobre a oxidação do magnésio, eles passaram a lixar a fita de magnésio com esponja de aço.

Na atividade relacionada à “Termoquímica”, foi distribuído um roteiro pronto (BESSLER e NEDER, 2004). A referência citada é adotada como livro-texto nas aulas de Laboratório de Química Fundamental. A aula foi pouco dinâmica, os estudantes quase não fizeram questionamentos. Alguns grupos avaliaram a atividade como “trabalhosa”, mas que não “tinham muito o que pensar”. Fato que agradou a alguns e desagradou a muitos. Em um grupo, um dos componentes afirmou que “naquele dia eles não estavam pensando, estavam como robózinhos”. Outro relato importante de um dos estudantes (repetentes) foi que, mesmo já tendo realizado a mesma atividade no período anterior, a conotação dada nas aulas práticas permitia que ele investigasse mais o experimento, não se limitando exclusivamente ao roteiro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que, no início da disciplina, muitos estudantes fizeram reclamações relativas à falta de roteiro em algumas aulas, justificando que tal ausência deixava-os “perdidos”. Porém, à medida que o curso foi se desenvolvendo, uma maior autonomia dos mesmos foi observada e as reclamações foram dando lugar à motivação para resolução dos problemas apresentados.

Ao final do semestre, os estudantes foram solicitados a avaliarem a disciplina, colocando quais foram os seus “pontos” fortes e fracos, quais as aulas práticas que mais colaboraram para sua aprendizagem e o oposto. Tal avaliação foi feita individualmente, por escrito, e depois debatida em grupo. A grande maioria referiu-se à prática “Reações de substâncias inorgânicas em soluções aquosas” como aquela mais motivadora e desafiadora, enquanto alguns apontaram para a atividade “Estudo cinético da reação do magnésio e ácido clorídrico”, por ter possibilitado que eles planejassem todo o procedimento. Entretanto, alguns estudantes assinalaram que tal atividade não foi bem compreendida por eles.

Um dos estudantes enfatizou a importância da orientação dos professores em momentos cruciais para a continuidade do experimento. Ou seja, aqueles momentos nos quais os professores-pesquisadores em questão interrompiam as atividades dos grupos e faziam esclarecimentos gerais para toda a turma. Outro fato a ser destacado foi a declaração de um dos estudantes, que enfatizou o aspecto investigativo de todo o curso, fato que contribuiu para uma aprendizagem mais significativa.

Assim como afirma Moraes (1993<sup>3</sup>, apud ROSITO, 2000), acredita-se que

...um verdadeiro experimento é aquele que permite ao aluno decidir como proceder nas investigações, que variáveis manipular, que medidas realizar, como analisar e explorar os dados obtidos e como organizar seus relatórios (p.203).

Algumas questões que poderiam ter sido colocadas nas atividades realizadas seriam uma maior inter-relação com uma abordagem CTS (ciência-tecnologia-sociedade) e a elaboração de uma atividade com diretividade três, ou seja, na qual o problema, o caminho e a resposta estão em aberto. Esta, embora tenha sido planejada de início, não foi possível de se realizar.

Pelo presente trabalho, percebe-se que a utilização de atividades investigativas em disciplinas experimentais introdutórias, além de viáveis, estimula os alunos a se verem como futuros químicos que precisam estar preparados para resolver problemas inesperados. Espera-se também que, como foram apresentadas possibilidades de aulas experimentais investigativas a estudantes de um curso de licenciatura, esses futuros professores percebam que o “como ensinar” pode caminhar junto com o “aprender”, auxiliando-os numa formação mais integral no que diz respeito a conteúdo e metodologia de ensino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AXT, Roland. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: MOREIRA, Marco A. e AXT, Roland (Org). **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Ed. Sagra, p. 79-91, 1991.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n.3, p. 365-379, nov., 1996.
- BESSLER, Karl E.; NEDER, Amarílis V. S. **Química em tubos de ensaio**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- BORGES, Regina Maria R. **Em debate: cientificidade e educação em ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.
- COSTA, Ana Maria et al. **Tópicos na organização do conteúdo químico**. [s.n.], 1985.
- FOUREZ, Gerard. **A construção das ciências**. São Paulo: UNESP, 1995.
- GENNARI, Fabiana C. et al. A non-traditional laboratory proposal: investigating the kinetics of a chemical reaction. **Chemical Educator**, v. 6, p. 217-220, 2001.
- GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, nov., 1999.

---

<sup>3</sup> MORAES, Roque. Experimentação no ensino de ciências. **Projeto melhoria da qualidade de ensino – Ciências 1º grau**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul – SE, 1993.

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

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9<sup>a</sup> ed. São Paulo: Perspectiva, 2006. (Coleção Debates).

MÓL, Gerson de S. et al. Constante de Avogadro: é simples determiná-la em sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 32-33, mai., 1996.

NERY, Ana Luiza P.; LIEGEL, Rodrigo M.; FERNANDEZ, Carmen. Reações envolvendo íons em solução aquosa: uma abordagem problemática para a previsão e equacionamento de alguns tipos de reações inorgânicas. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 14-18, mai., 2006.

OLIVEIRA, Renato J. **A escola e o ensino de ciências**. São Leopoldo: Unisinos, 2000.

OMNÉS, Roland. **Filosofia da ciência contemporânea**. São Paulo: UNESP, 1995.

ROSITO, Berenice A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, Roque (Org.). **Construtivismo e o ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: Edipucrs, p.195-208, 2000.

SILVA, Lenice Heloísa A.; ZANON, Lenir B. A experimentação no ensino de ciências. In: ARAGÃO, Rosália M. R.; SCHNETZLER, Roseli Pacheco (Org). **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: UNIMEP/CAPES, p. 120-153, 2000.

POPPER, Karl. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 1993.

SILVA, Sebastião E.; NUÑEZ, Isauro B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6B, p. 1197-1203, 2002.

STRATHERN, Paul. **O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química**. Tradução: Maria Luiza X. A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.