



**Wilmo E. Francisco Jr., Luiz Henrique Ferreira e Dácio Rodney Hartwig**

O presente estudo propõe uma abordagem experimental problematizadora calcada na teoria pedagógico-crítica de Paulo Freire. São apresentados fundamentos teóricos da teoria freiriana, os quais sustentam a proposta desenvolvida, e discutidos aspectos teóricos e práticos da experimentação problematizadora, infundidos basicamente pela teoria de Delizoicov, cujo aporte teórico também se baseia em Freire. Ilustrando a proposta, apresentam-se resultados de uma investigação em sala de aula na qual a abordagem experimental norteadora foi a problematização. Os dados mostram que os estudantes são capazes de inferir hipóteses e explicações plausíveis sobre o fenômeno em estudo, mesmo não tendo estudado os conceitos envolvidos. Tais resultados revelam que a experimentação problematizadora promove a apreensão pessoal dos significados, favorecendo o desenvolvimento da curiosidade epistemológica, indispensável para a aprendizagem crítica.

► experimentação, problematização, Paulo Freire ◀

Recebido em 08/09/08, aceito em 13/10/08

**P**arece consenso entre pesquisadores e professores das ciências naturais que as atividades experimentais devem permear as relações ensino-aprendizagem, uma vez que estimulam o interesse dos alunos em sala de aula e o engajamento em atividades subsequentes (Giordan, 1999; Laburú, 2006). Como defendem Carras-cosa e cols. (2006), a atividade experimental constitui um dos aspectos-chave do processo de ensino-aprendizagem de ciências. Portanto, à medida que se planejam experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais.

**À medida que se planejam experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais.**

Um envolvimento vívido pode ser compreendido, tendo por base o próprio pensamento freiriano, como a *práxis* (ação e reflexão) do aluno frente ao desafio que, no caso, é a interpretação do experimento. Ação e reflexão não podem ser destituídas uma da outra. Não basta a reflexão, pois se corre o risco de que esta vire blábláblá, assim como a ação sem o pensamento reflexivo, pautado num corpo teórico de conhecimentos, torna-se ativismo.

Todavia, embora extensivamente debatida e defendida, há uma carência de pesquisas nesse sentido (Laburú, 2006). Além disso, professores geralmente abordam a experimentação de forma genérica e intuitiva. Sendo assim, reflexões que procurem identificar aspectos

importantes de um experimento, com os quais se torne mais provável a ocorrência da motivação e o desenvolvimento cognitivo nos alunos, fazem-se necessárias.

Basicamente, a experimentação pode ser conduzida de duas formas: ilustrativa e investigativamente (Giordan, 1999). A forma como acontece essa experimentação em sala de aula varia conforme a acepção teórica na qual se aporta o professor e/ou investigador que conduzirá a atividade. A experimentação ilustrativa geralmente é mais fácil de ser conduzida. Ela é empregada para demonstrar conceitos discutidos anteriormente, sem muita problematização e discussão dos resultados experimentais. Já a experimentação investigativa, por sua vez, é empregada anteriormente à discussão conceitual e visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não só os conceitos, mas a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência.

O conceito de experimentação

A seção "Pesquisa no ensino de Química" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos e procedimentos metodológicos adotados na análise de resultados.

problematizadora, aqui discutido, almeja ir além da experimentação investigativa, na medida em que propõe a leitura, a escrita e a fala como aspectos indissolúveis da discussão conceitual dos experimentos. Para isso, o aporte teórico é a pedagogia problematizadora de Paulo Freire. Nesse momento, vale a ressalva que tanto o pensamento de Paulo Freire quanto o presente estudo inserem-se em contextos mais amplos do que aqueles aqui apresentados.

### Fundamentos da experimentação problematizadora

Na perspectiva freiriana, a educação deve ser concebida como um processo incessante, inquieto e, sobretudo, permanente de busca ao conhecimento, em oposição ao que o autor denominou de educação bancária, caracterizada pela transmissão acrítica e apolítica do conhecimento. A educação bancária assume o conhecimento “como uma doação dos que se julgam sábios” (Freire, 2005, p. 67). Por outro lado, na pedagogia problematizadora, o professor deve suscitar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido. Os educadores têm “como uma de suas tarefas primordiais [...] trabalhar com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se aproximar dos objetos cognoscíveis” (Freire, 2006, p. 26). A aprendizagem acontece com a formulação e a reformulação dos saberes pelos estudantes ao lado dos professores, igualmente sujeitos do processo.

No entanto, transpor as idéias de Freire à educação formal é problemático, visto que a teoria freiriana foi desenvolvida, basicamente, a partir da educação informal. Almejando facilitar a transposição das idéias de Freire para a atividade diária de sala de aula, Delizoicov (1983; 1991; 2005) estruturou três momentos pedagógicos: (i) Problematização inicial; (ii) organização do conhecimento; e (iii)

aplicação do conhecimento.

A problematização inicial consiste em apresentar situações reais que os alunos presenciam e que, ao mesmo tempo, estão envolvidas com os temas a serem discutidos. Tais situações exigem a introdução de conhecimentos teóricos para sua interpretação. O conhecimento explicitado pelo aluno na tentativa de compreender essas situações iniciais é então problematizado a partir de questionamentos, primeiramente em grupos pequenos e, posteriormente, com toda a sala.

O professor organiza a discussão não para fornecer explicações prontas, mas almejando o questionamento das posições assumidas

pelos estudantes, fazendo-os refletir sobre explicações contraditórias e possíveis limitações do conhecimento por eles expressado, quando comparado ao conhecimento científico necessário à interpretação do fenômeno e do qual o professor deve ter o domínio. Nesse momento, o aluno deve ter o distanciamento crítico de suas interpretações da(s) situação(ões) proposta(s), reconhecendo a necessidade de novos conhecimentos com os quais possa interpretar a situação mais adequadamente.

No segundo momento (organização do conhecimento), os conhecimentos necessários para a compreensão das situações iniciais devem ser estudados de forma sistematizada. Problemas de lápis e papel, questionários semi-abertos, vídeos, atividades de modelizações, entre outros, são recursos que podem desempenhar o papel formativo e construtivo da apropriação crítica dos conhecimentos.

A última etapa destina-se a capacitar os alunos na utilização do conhecimento que vem sendo adquirido. Tal conhecimento é mais bem sistematizado, ao mesmo tempo em que é empregado para analisar e interpretar as situações propostas inicialmente e outras que possam ser explicadas e

compreendidas pelo mesmo corpo de conhecimentos. Problemas abertos que possam generalizar esses conhecimentos podem ser postos em prática.

Infundido também pelas idéias de Delizoicov (1983; 1991; 2005), a experimentação problematizadora deve funcionar como integrante de, ao menos, um dos três momentos pedagógicos descritos. No caso específico do presente estudo, a experimentação foi empregada para a problematização inicial e, em parte, para a organização do conhecimento. Entretanto, nada impede que um experimento seja utilizado na etapa de aplicação do conhecimento ou, ainda, nos três momentos pedagógicos.

Esses três momentos pedagógicos devem ainda considerar vários aspectos para os quais Freire (2005; 2006) chama a atenção. Um desses é a historicidade dos seres humanos e, desse modo, a historicidade do conhecimento. Todos possuem um conhecimento que deve ser respeitado, mas, ao mesmo tempo, esse conhecimento está em constante superação, pronto para ser ultrapassado por um novo. Esse é o caráter histórico dos seres humanos e do conhecimento. Por isso que, numa pedagogia problematizadora, todos são seres inacabados, incompletos, imersos numa realidade histórica também inacabada. Resulta, assim, a necessidade de um processo ininterrupto de educação que considere os seres humanos como seres que “estão sendo”. “Daí que seja a educação um quefazer permanente. Permanente, na razão da inconclusão dos homens e do devenir da realidade” (Freire, 2005, p. 84), visto que o conhecimento é histórico e, portanto, sempre será inacabado.

O professor deve reconhecer sua incompletude e a dos alunos, incidindo, sobre estas, a busca pelo aperfeiçoamento. “Estar sendo é a condição, entre nós, para ser” (Freire, 2006, p. 33). Um processo pedagógico problematizador, portanto, deve deflagrar no aprendiz uma curiosidade cada vez maior, e quanto mais crítico é o ato de apren-

Na pedagogia problematizadora, o professor deve suscitar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido.

dizado mais a curiosidade torna-se epistemológica (Freire, 2006). Isso caracteriza a transição da ingenuidade à criticidade, da curiosidade ingênua à curiosidade epistemológica. Tal aproximação acontece com a intensa participação do professor numa constante problematização de mundo. A problematização direciona a curiosidade, promovendo a ingenuidade à criticidade.

A atividade experimental problematizadora deve propiciar aos estudantes a possibilidade de realizar, registrar, discutir com os colegas, refletir, levantar hipóteses, avaliar as hipóteses e explicações, discutir com o professor todas as etapas do experimento. Essa atividade deve ser sistematizada e rigorosa desde a sua gênese, despertando nos alunos um pensamento reflexivo, crítico, fazendo os estudantes sujeitos da própria aprendizagem. Para tanto, se acredita que a escrita é um aspecto fundamental.

### **Fundamentos da experimentação problematizadora para a sala de aula**

Como citado anteriormente, a experimentação problematizadora funciona como parte integrante dos momentos pedagógicos de Delizoicov. Quando empregada na primeira etapa (problematizando inicial), é importante que ela seja abarcada por algumas considerações tecidas por Delizoicov (2005). O experimento deve ser apresentado anteriormente a qualquer discussão teórica. Os estudantes fazem seus registros escritos de forma sistemática e rigorosa. Com esse intuito, pode-se empregar uma ficha de observação experimental. Tal ficha deve conter os materiais a serem utilizados, os procedimentos experimentais, instruções para observações e notas, além de questões e indagações que façam com que os alunos reflitam sobre suas anotações e sobre os resultados experimentais de forma a elaborar possíveis explicações para seus achados.

Nessa atividade, os alunos realizam o que Freire (2005) chama de leitura-de-mundo. Os alunos, quando observam e tentam explicar

fenômenos naturais, estão fazendo uma leitura destes, que pode ser interpretada como leitura-de-mundo. No caso dos experimentos com fins educativos, estes devem ser deliberadamente elaborados com o intuito de proporcionar a leitura fenomenológica de eventos que ocorrem, via de regra, de forma natural no mundo. Para isso, é fundamental o registro crítico e sistemático desses fenômenos. Essa etapa pode ser conduzida em duplas ou pequenos grupos. O papel do professor não é fornecer explicações prontas, mas problematizar com os alunos suas observações, ou seja, a leitura do experimento, fazendo-os reconhecer a necessidade de outros conhecimentos para interpretar os resultados experimentais. Nesse momento, a fala aparece como outro componente essencial da aprendizagem. Os estudantes devem falar do fenômeno de maneira tal que a compreensão seja mais crítica.

A partir desse momento, inicia-se o segundo momento pedagógico, no qual o conhecimento científico é problematizado com os estudantes a partir de seus próprios registros escritos. No presente estudo, isso foi feito em parte mediante um questionário e em parte por meio da apresentação de um modelo analógico, não discutido aqui. No entanto, existem várias possibilidades. O professor pode, por exemplo, anotar na lousa algumas hipóteses levantadas pelos

estudantes, indagando-os sobre a validade, discutindo-as e problematizando-as de forma que os estudantes reconheçam qual(is) a(s) mais plausível(is) na explicação dos resultados observados. Após uma discussão conceitual com toda a sala, o professor pode solicitar que os alunos reelaborem suas hipóteses de forma a explicar o fenômeno mais completamente. Após reelaborarem por escrito suas explicações, o professor pode novamente discuti-las em grupos e com toda a sala, abor-

dando, mais profundamente e com mais detalhes, os conceitos científicos envolvidos no fenômeno. Assim, os alunos formulam e reformulam suas idéias, tornando-se cada vez mais críticos.

Nessa perspectiva, leitura-escrita-fala formam uma tríade indicotomizável que não cessa e não pode ser deslindada. Após a leitura, os estudantes devem escrever sobre o fenômeno para em seguida falar sobre ele. Esse é um movimento em espiral e incessante. O conhecimento velho é superado pelo novo num movimento incessante e inquieto que, ao mesmo tempo, respeita as idéias trazidas pelos estudantes e os assume como seres históricos que “estão sendo”. O intuito é sempre reformular as idéias dos alunos, tornando-as cada vez mais próximas do conceito cientificamente aceito.

O terceiro momento pedagógico (aplicação do conhecimento) também pode ser calcado na experimentação. O professor pode apresentar um experimento que envolva a interpretação a partir dos mesmos conceitos, exigindo, dessa forma, que os alunos apliquem os conhecimentos desenvolvidos em um contexto diferente. Também há a possibilidade de descrever

um procedimento experimental, apresentando os resultados e solicitando aos estudantes explicações. Outras possibilidades ficam a critério do professor.

O importante é que

os alunos apliquem o conhecimento em um contexto diferente.

A seguir, são apresentados os resultados de uma investigação na qual a experimentação problematizadora foi desenvolvida como problematização inicial e em parte na organização do conhecimento. A análise desses episódios não visa apresentar casos de ensino-aprendizagem. O que se almeja é ilustrar o desenvolvimento de significados pessoais, por parte dos estudantes, mediante a problematização das observações experimentais e o diálogo.

**Só é possível explicar um fenômeno a partir do momento em que este seja pessoalmente significativo, a partir do momento em que a curiosidade seja despertada nos estudantes.**

## Metodologia

### Contexto e desenvolvimento da pesquisa

O presente estudo foi realizado em uma das salas de um curso pré-vestibular, mantido e coordenado pela Organização Não Governamental Frente Organizada pela Temática Étnica (ONG-FONTE) com sede na cidade de Araraquara (SP). Tais projetos, geralmente denominados de cursinhos populares, vêm ganhando espaço na atual conjuntura educa-

cional brasileira, sendo destinados basicamente a alunos de baixa renda e se alocando em bairros periféricos. No que concerne à investigação em sala de aula, o presente estudo foi conduzido em quatro aulas de 50 minutos. Participou deste um total de 21 alunos.

### Procedimentos e instrumentos de coleta de dados

O experimento foi conduzido pelos próprios estudantes. Para isso,

foi lhes fornecido, anteriormente à realização do experimento, uma ficha de observação experimental (Quadro 1), na qual continham os materiais a serem empregados e o procedimento experimental. Nessa ficha, também continham instruções para que fizessem observações sistematizadas do experimento, anotando as principais características físico-químicas dos reagentes e do sistema, atentando-se às modificações ocorridas no sistema. Anteriormente a realização do experimento, o professor discutiu com a sala o procedimento experimental e debateu sobre as características dos registros das informações.

Assim, já se buscou problematizar a importância da rigorosidade no registro de informações. Ainda nessa etapa, os alunos responderam a um questionário (Quadro 2) que visou levantar suas idéias prévias sobre o fenômeno observado e, ao mesmo tempo, incitá-los a inferir hipóteses sobre as observações realizadas, a partir das informações registradas durante o experimento. Como fontes de dados, foram utilizados registros de campo, além da ficha de observação e do questionário.

## Resultados e discussão

No experimento de deposição metálica espontânea, uma lâmina de ferro e, posteriormente uma lâmina de zinco, foi mergulhada em solução de sulfato de cobre II. Nessa etapa, privilegiou-se a análise qualitativa e o registro escrito dos alunos acerca das alterações ocorridas no sistema a partir da ficha de observação experimental. As fichas de observação mostraram-se importantes instrumentos, uma vez que os estudantes trazem consigo conhecimentos chamados por Freire (2005) de cultura primeira, os quais integram o senso comum. Nessa cultura primeira, os alunos não estão acostumados a observar rigorosamente, a fazer anotações e a debatê-las. Em oposição, a produção do conhecimento científico exige observações rigorosas e reflexões críticas sobre estas. Daí a importância desse instrumento em auxiliar os estudantes, tornando suas observações mais rigorosas e mais ricas em

Quadro 1: Ficha de observação experimental empregada no presente estudo.

|   |
|---|
| Ficha de Observação do Experimento  |
| Material  |
| • Solução aquosa de sulfato de cobre II ( $\text{CuSO}_4$ );  |
| • Ferro metálico;   |
| • Zinco metálico;   |
| • 2 béqueres.   |
| Procedimento  |
| 1) Analise as principais características dos reagentes (cor, brilho, estado físico, dureza etc.). Anote as informações da forma mais detalhada possível.                      |
| 2) Mergulhe a lâmina de ferro metálico na solução de $\text{CuSO}_4$ contida no béquer. Observe atentamente o que acontece. Anote todas as modificações ocorridas no sistema. |
| 3) Compare as características iniciais (anotadas no item 1) com as características que você observa agora. Desenhe se preferir.   |
| 4) Repita o procedimento, mergulhando agora a lâmina de zinco, anotando as modificações no sistema.   |

Quadro 2: Questionário aplicado aos estudantes após a realização do experimento.

|   |
|---|
| Questões  |
| 1) Quais aspectos mais lhe chamaram à atenção nos experimentos realizados? Quais modificações foram observadas?                     |
| 2) Você consegue imaginar uma explicação para a mudança na coloração da solução?  |
| 3) Sobre as alterações ocorridas nas lâminas de ferro e zinco, você consegue explicar?  |
| 4) Você saberia dizer o que é o material sólido que se forma? Porque esse sólido se deposita nas lâminas metálicas?                 |
| 5) Qual a primeira coisa que vem à sua mente quando você pensa em deposição metálica? Represente (escreva ou desenhe) com detalhes. |
| 6) Você já ouviu os termos deposição metálica, galvanização, cromação ou eletrodeposição?   |
| 7) Quais aspectos mais lhe chamaram à atenção nos experimentos realizados?  |

detalhes, ao mesmo tempo em que trabalha a comunicação escrita.

O professor, por sua vez, é organizador da problematização dessas observações, devendo sublinhar aspectos que por vezes tenham passado despercebido pelos estudantes, mas que o professor, como quem tem algo a ensinar, deve debater. As observações rigorosas destituídas de análises também rigorosas não levam à construção do conhecimento e à aprendizagem, bem como não há como ignorar que toda anotação é feita carregada pelas experiências anteriores que o sujeito tem. Por isso, a importância de se problematizar as observações para que sejam pesso-

almente significativas e socialmente compartilhadas.

A análise das fichas de observação mostrou que os aspectos empíricos mais importantes do fenômeno foram relatados por todos, indicando já inicialmente um discurso compartilhado que promulgará, mais a frente, uma discussão rica dos resultados devido às observações efetuadas. Isso valida os resultados experimentais como construção pessoal e social dos estudantes, pois estes fazem suas próprias anotações, compartilhando-as com outros sujeitos. O registro de informações reforça a capacidade crítica de observação, a curiosidade e as condições nas

quais os estudantes vão se tornando os sujeitos da aprendizagem. Abaixo, encontram-se alguns dos registros obtidos pelas fichas experimentais dos alunos A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>5</sub> e A<sub>7</sub>, em que foram mantidas as palavras dos alunos e não foram feitas correções quanto à gramática ou concordância com a língua portuguesa.

A<sub>1</sub>: "As lâminas de ferro grudaram no final do copo plástico, e depois começaram a mudar a cor, ficando na cor marrom, e a solução começa a ficar mais clara".

A<sub>3</sub>: "Após mergulhado na água, o ferro muda a cor para preto, já o líquido continua igual no primeiro momento. Após algum tempo a solução

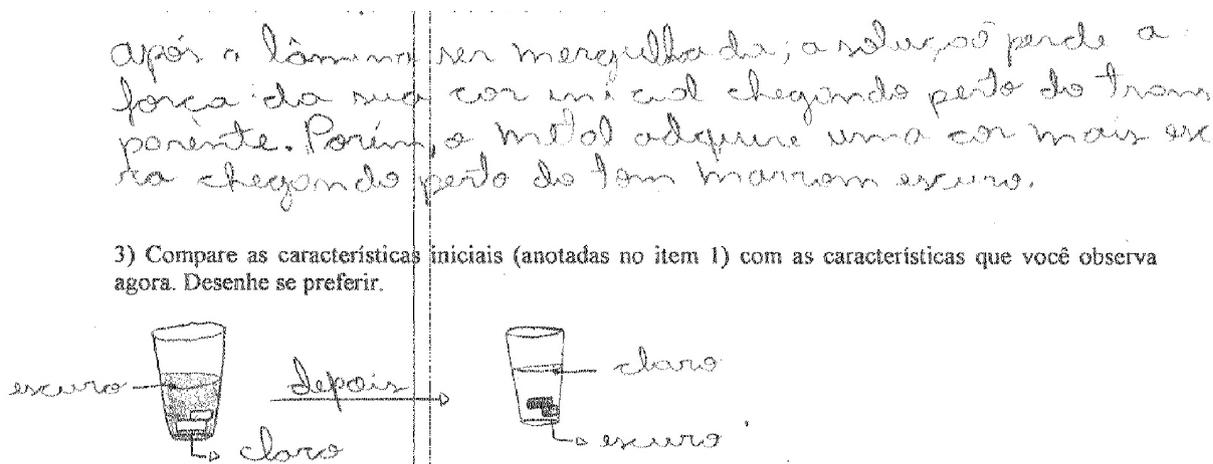


Figura 1: Representação e observações acerca do experimento realizadas pelo aluno A<sub>12</sub>.

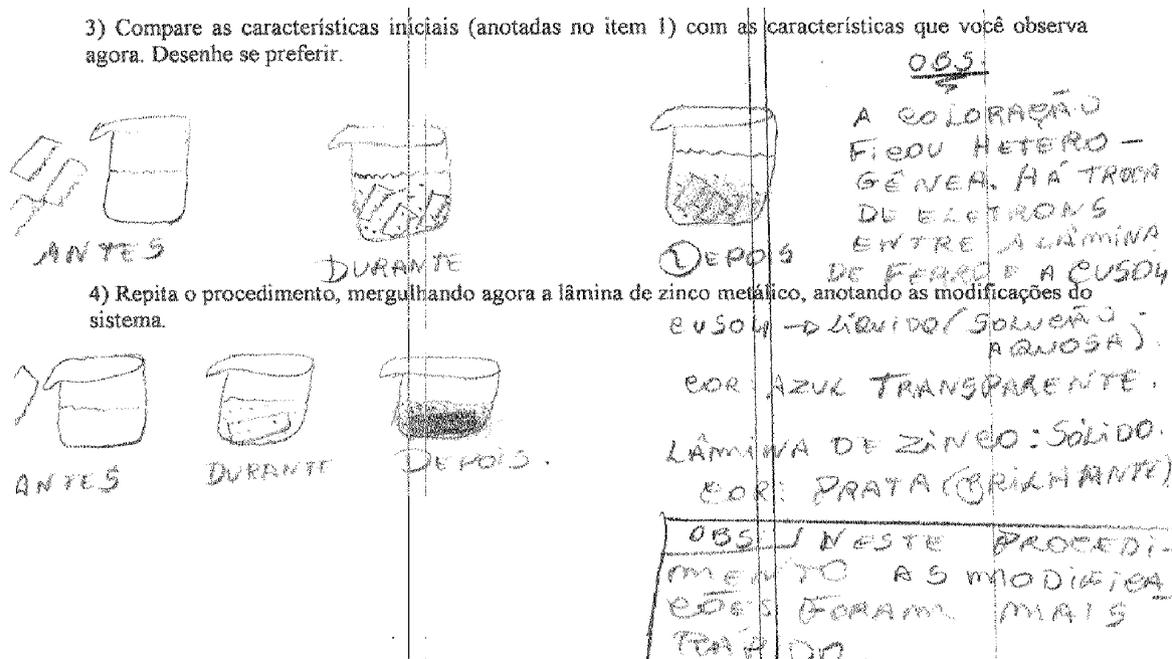


Figura 2: Representações e registros escritos do aluno A<sub>5</sub>.

começa a clarear se aproximando de um verde transparente. O metal não apresenta mais brilho. O cheiro da solução também muda, se aproximando ao cheiro da ferrugem”.

A<sub>5</sub>: “Ferro metálico – Perda do brilho, adquire uma coloração ferruginosa

$CuSO_4$  – Sua coloração embora não modificada fica mais clara e com algumas partículas sólidas, com maior transparência, agitando o copo plástico, mais partículas se disprende, deixando a solução turva, perdendo sua coloração”.

A<sub>7</sub>: “Comparando a solução aquosa do instante inicial em relação ao final, percebe-se que a solução ficou com corpo de fundo e mais transparente. O metal perdeu o brilho metálico, partes de seu corpo e ficou avermelhada (cor do cobre). A solução ficou também com um cheiro de ferrugem”.

Outros sujeitos, além de anotações escritas, optaram por representar o fenômeno com desenhos. Algumas dessas representações e anotações podem ser vistas nas Figuras 1 e 2.

Como se nota pelas fichas de observação, foram realizadas observações bastante atentas, com descrições bem detalhadas na maioria dos casos. Esse foi o objetivo ao se fazer uso da experimentação, possibilitar e promover uma observação crítica por parte dos participantes. O registro de dados é uma etapa tão fundamental da atividade científica quanto sua interpretação. Na verdade, podem ser consideradas etapas indicotomizáveis na construção do conhecimento científico. Por isso, a experimentação de caráter problematizador deve abarcar, desde o registro de dados, a rigorosidade metódica necessária à aproximação epistemológica do objeto a ser apreendido. O professor tem o papel de problematizar essa atividade de forma que os estudantes percebam a importância dessa etapa na atividade científica.

É com essa rigorosidade metódica no registro dos dados que todos devem se aproximar do objeto cognoscível, tornando-se epistemologicamente curiosos (Freire, 2006).

O convívio com tais situações fará com que esses sujeitos tenham uma postura bem diferente nos eventos de suas vidas cotidianas. O anseio com esse tipo de atividade não é formar cientistas ou doutrinar os estudantes a agirem de modo único, mas despertar um espírito crítico e reflexivo que os auxilie não só na compreensão do fenômeno em si, mas em outras áreas do conhecimento.

Um dos aspectos positivos depreendidos dos registros foi que alguns estudantes começaram a interagir e inferir explicações sobre o fenômeno mesmo sem nunca o terem estudado. Elementos extraídos das observações dos alunos são fontes ricas de informações para a problematização do conhecimento e sua posterior organização. Daí que fazer uso de informações escritas é um importante recurso para a problematização do conhecimento, uma vez que a atividade de escrever requer uma posição reflexiva, estimulando os estudantes a refinar seus pensamentos e aumentando o entendimento do tema estudado (Oliveira e Carvalho, 2005; Francisco Jr., 2007).

Admitindo-se que o questionamento é o primeiro momento da atividade experimental, é proeminente desafiar, estimular, analisar e problematizar o registro dos estudantes com os próprios estudantes, os quais devem assumir-se como produtores de conhecimento. Devem estar conscientes da capacidade de interpretar e de refletir sobre a realidade, de escrever acerca da leitura-de-mundo que fazem. Nesse sentido, a educação problematizadora deve propiciar a aproximação e a interação com o conhecimento químico ainda não desvelado.

Tal interação entre os alunos e o conhecimento químico deve ser mediada pelo mundo, pelas observações do experimento, criticizando-se por meio do diálogo. Num primeiro instante, o diálogo entre o sujeito e o fenômeno ocorre na forma de observação

e reflexão para em seguida estender-se a um diálogo mediado pela escrita. A escrita exige uma reorganização do pensamento. É proeminente esse diálogo escrito entre os estudantes e suas observações, visto que este auxilia a concretização dos pensamentos e a apreensão do fenômeno químico. O diálogo escrito possibilita corporificar a aproximação epistemológica em relação ao objeto de estudo, resultando, em outro momento, na superação das idéias espontâneas e compreensão do fenômeno. É uma aproximação do pensamento científico. As observações e o registro dos dados são

etapas imprescindíveis na atividade científica. Essa é a problematização inicial, o primeiro momento pedagógico descrito por Delizoicov (1983; 2005).

Feita essa problematização inicial, iniciou-se a etapa de organização do conhecimento. Foi apli-

cado um questionário que teve por objetivo levantar as idéias dos alunos no que concerne ao fenômeno de deposição metálica espontânea, ao mesmo tempo em que se buscava suscitar um questionamento e uma posição reflexiva dos alunos acerca das próprias anotações iniciais no experimento. O questionário continha questões sobre aspectos qualitativos da deposição metálica, sendo preparado justamente com o intuito de que os alunos elaborassem explicações, hipóteses e reorganizassem suas idéias iniciais para que fossem solidificadas. Toda essa etapa, inclusive a problematização e o diálogo com o professor, configura no presente estudo parte do segundo momento pedagógico de Delizoicov (1983; 2005), a organização do conhecimento.

Esse seja, talvez, um dos momentos mais cruciais para a aprendizagem. Caso não haja a organização do conhecimento auxiliado pelo diálogo com o professor, é pouco provável que ele possa ser aplicado numa situação real. Daí que o diálogo for-

O conceito de experimentação problematizadora almeja ir além da experimentação investigativa, na medida em que propõe a leitura, a escrita e a fala como aspectos indissolúveis da discussão conceitual dos experimentos.

mado pela leitura-escrita-fala constitui um trinômio comunicativo inseparável para a organização do conhecimento, uma vez que forja o alicerce para que o conhecimento adquirido possa ser aplicado. Além disso, é uma forma relevante de o professor problematizar o conhecimento do aluno explicitado por meio desse diálogo.

Os resultados revelaram que os participantes, de um modo geral, não conseguiram explicar o fenômeno de início, até porque não o haviam estudado. No entanto, na medida em que se aproximam do objeto de estudo de forma mais sistematizada, começam a fazer inferências, a indagar e a argumentar mais coerentemente. Tal sistematização, no caso, foi dada pela ficha de observação do experimento e pelo questionário aplicado posteriormente, nos quais deveriam ser anotadas as características do sistema antes e após o experimento, o que os conduz a estabelecer comparações e inferências. Tais habilidades são indispensáveis a qualquer investigação rigorosa.

Atividades que estimulem os estudantes a escrever sobre fenômenos químicos são de grande relevância, pois além de suscitar a reflexão e a explicação dos fenômenos, possibilita conhecer e analisar as idéias desenvolvidas a partir dos experimentos. Ainda que este saber resulte da pura experiência e da curiosidade ingênua, uma vez que ainda não foi problematizado e, portanto, é desprovido de análise e interpretação metodicamente rigorosas, é um saber que não deve ser desconsiderado. Todos constroem idéias por meio de suas observações. Todavia, o que não se pode é cair no pensamento empirista, para o qual apenas as observações são suficientes para interpretar e explicar os fenômenos da natureza.

*Não há para mim, na diferença e na 'distância' entre a ingenuidade e a criticidade,*

*entre o saber de pura experiência feito e o que resulta dos procedimentos metodicamente rigorosos, uma ruptura, mas uma superação. A superação e não a ruptura se dá na medida em que a curiosidade ingênua, sem deixar de ser curiosidade, pelo contrário, continuando a ser curiosidade, se critica. Ao criticizar-se, tornando-se então [...] curiosidade epistemológica, metodicamente 'rigorizando-se' na sua aproximação ao objeto, conota seus achados de maior exatidão.* (Freire, 2006, p. 31)

Após o despertar dessa curiosidade, o aluno aproxima-se mais rigorosamente do objeto de estudo, tornando a curiosidade epistemológica. Só após o desenvolvimento da curiosidade epistemológica é que a discussão e problematização dos resultados para a consequente aprendizagem terão efeitos e serão mais efetivos. É nessa etapa que todos os participantes do processo devem envolver-se em atividades nas quais leitura-escrita-fala são indispensáveis na problematização, apreensão e organização do conhecimento.

Como a maioria dos estudantes desenvolveu idéias acerca da deposição metálica a partir das situações práticas experienciais, o papel do professor, portanto, implica tanto respeitar esse conhecimento adquirido pelos estudantes mediante suas observações e constatações, quanto estimulá-los a desenvolver a capacidade crítica para a necessária superação desse saber mais ingênuo. Com base nisso, após o levantamento das idéias acerca do experimento, fez-se uma breve discussão deste, almejando organizar os pontos apresentados pelos estudantes de forma a estabelecer um compartilhamento sobre os aspectos principais. Assim, há uma homogeneização das principais idéias levantadas. O aprofundamento

**Na perspectiva freiriana, a educação deve ser concebida como um processo incessante, inquieto e, sobretudo, permanente de busca ao conhecimento.**

de questões relacionadas à aprendizagem do conceito foi feito a partir de um modelo analógico (Francisco Jr., 2008).

### Considerações finais

A análise dos registros escritos revelou que a experimentação investigativa e problematizadora promove a apreensão pessoal dos significados. Isso é o que Freire chama de conscientização, etapa indispensável à aprendizagem. Em outras palavras, só é possível explicar um fenômeno a partir do momento em que este seja pessoalmente significativo, a partir do momento em que a curiosidade seja despertada nos estudantes. Esse é o papel motivador da experimentação que tem, em uma das suas funções como recurso didático, mediatizar os educandos e o objeto cognoscitivo. Como estratégia de ensino, a experimentação deve ser problematizadora do conhecimento. É no diálogo da realidade observada, na problematização e reflexão crítica de professores e estudantes, que se faz o conhecimento.

A prática problematizadora faz-se em todos os momentos, quer antes, durante e após o encontro com os estudantes. O diálogo, por sua vez, não é somente oral. É oral e escrito. O experimento, sua interpretação e expressão na linguagem científica deixam de ser propriedade do professor, devendo tornar-se objetos de incidência dos envolvidos no ato de conhecer. É nesse contexto que a experimentação torna-se motivadora, aumentando seu potencial de desenvolvimento cognitivo.

De tal maneira, a atuação do professor não se resume a "comunicados e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem" (Freire, 2005, p. 66). Há uma troca de saberes entre os sujeitos envolvidos no ato educativo, necessariamente comunicativo, pelo qual se constrói um conhecimento novo. Daí a função do professor como problematizador do conhecimento e estimulador de perguntas, bem como de reflexões críticas sobre as perguntas. Embora se reconheça a validade dos

momentos narrativos e explicativos, professores e alunos devem saber que, enquanto falam ou ouvem, devem ser curiosos, indagadores e não passivos (Freire, 2006). "O que importa é que professores e alunos se assumam epistemologicamente curiosos" (p. 86).

### Agradecimentos

À ONG-FONTE, pelo espaço aberto à pesquisa, pela oportunidade de trabalho, bem como a todos seus integrantes que, felizmente, acreditam na educação como forma de promulgar transformações sociais. Aos estudantes participantes do estudo. À Capes, pela bolsa de Mestrado de Wilmo E. Francisco Junior.

**Wilmo E. Francisco Jr.** (wilmojr@bol.com.br), bacharel e licenciado em Química pelo Instituto de Química da UNESP de Araraquara, mestre em Biotecnologia pelo IQ-UNESP e em Educação pela UFSCar, é doutorando em Química pelo IQ-UNESP e professor do Departamento de Química da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). **Luiz Henrique Ferreira** (ferreira@dq.ufscar.br), bacharel e mestre em Química Analítica pela USP, doutor em Química Orgânica pela UNICAMP, é professor do Departamento de Química da UFSCar. **Dácio Rodney Hartwig** (hartwig@power.ufscar.br), licenciado em Química pela UFSCar, doutor em Didática pela USP, é professor do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSCar.

### Referências

- CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. e VALDÉS, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.
- DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. *Revista de Ensino de Física*, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.
- \_\_\_\_\_. *Conhecimento, tensões e transições*. 1991. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- \_\_\_\_\_. Problemas e problematizações. In: Pietrocola, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2005.
- FRANCISCO JR., W.E. Uma proposta metodológica para o ensino dos conceitos de pressão e diferença de pressão. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, p. 121-135, 2007. Disponível em: <[http://www.fae.ufmg.br:8080/ensaio/v9\\_n1/uma-proposta-metodologica-para-o-ensino-dos-conceitos-de-pressao-e-diferenca-de-pressao\\_wilmoern.pdf](http://www.fae.ufmg.br:8080/ensaio/v9_n1/uma-proposta-metodologica-para-o-ensino-dos-conceitos-de-pressao-e-diferenca-de-pressao_wilmoern.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2008.
- \_\_\_\_\_. *Experimentação, modelos e analogias no ensino da deposição metálica espontânea: Uma Aproximação entre Paulo Freire e aulas de Química*. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Fe-

- deral de São Carlos, São Carlos, 2008.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 43ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- \_\_\_\_\_. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 33ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.
- LABURÚ, C.E. Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.
- OLIVEIRA, C.M.A. e CARVALHO, A.M.P. Escrevendo em aulas de ciências. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

### Para saber mais

- FRANCISCO JR., W.E. Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 20-23, 2008.
- GONÇALVES, F.P. e GALIAZZI, M.C. A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Unijuí, p. 237-252, 2004.

**Abstract:** *Problematizing Experimentation: Theoretical and Practices Aspects to the Use in Classrooms' Science*. This paper proposes a problematizing experimental approach based on the pedagogical critical theory of Paulo Freire. At first, it was presented theoretical fundamentals of Freirian's thought, which support the present proposal, as well as discussed theoretical and practices aspects of the problematizing experimentation. These aspects are supported by Delizoicov's ideas, upheld by Paulo Freire too. After that, results from an investigation in the classroom which was based on the problematizing experimentation are presented. The findings indicated that the students elaborated hypothesis and plausible explanations about the phenomenon studied, albeit they did not have knowledge concerned to the experiments' concepts. These results revealed that the problematizing experimentation facilitates a personal apprehension of the scientific concepts and favors the development of the epistemological curiosity, essential to the critical learning.

**Keywords:** Experimentation, Problematizing, Paulo Freire.