



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

Trabalho de Conclusão de Curso
Licenciatura em Química

**A construção de conceitos sobre
átomos, elétrons e matéria, através da
Atividade Experimental em
Eletroquímica**

Rafael Santana Gomes

Belo Horizonte
Dezembro de 2010

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Instituto de Ciências Exatas – ICEx

Departamento de Química

Trabalho de Conclusão de Curso

**A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS A RESPEITO DA
CONSTITUIÇÃO DA MATÉRIA ATRAVÉS DA ATIVIDADE
EXPERIMENTAL EM ELETROQUÍMICA**

Autor: Rafael Santana Gomes

Orientadora: Maria José de Souza Ferreira da Silva

Dezembro de 2010

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela oportunidade de “estar aqui” e poder realizar este trabalho, que é fruto de parte de tudo que vi e vivi na universidade, desde o primeiro dia em que nela assisti a uma aula. Agradeço a Ele por ter me conservado com saúde e vida para que só assim então, viesse a fazer quaisquer outros agradecimentos.

Agradeço à minha família, pela certeza de estarem sempre ali prontos para me ajudar caso precisasse, em especial a meus pais pela força do amor e pela confiança, e à “Beim” pela inspiração em tudo aquilo que faço.

Agradeço aos meus colegas (alguns como: Leandro e Sérgio com maior ênfase) que entre uns e muitos outros relatórios me ajudaram, nesta difícil caminhada que é conseguir graduar-se em Química pela UFMG.

Agradeço também aos professores que ajudaram na minha construção intelectual, a cada um por sua contribuição (mais ou menos “sofrida” e até mesmo mais ou menos acentuada em minha formação); por todas as discussões que fizeram, por aquilo que me ensinaram e me ajudaram a aprender.

Enfim, agradeço àqueles que por ventura vierem a ler este trabalho e por algum motivo, aprendam um pouco mais a respeito da educação em Química; pela simples oportunidade de fazer com que “as sementes que aqui colhi possam se tornar novas árvores que venham a semear novas sementes em algum lugar no mundo”.

Frases, pensamentos, inspiração

“A educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tão pouco a sociedade muda.”
Paulo Freire

“É no problema da educação que assenta o grande segredo do aperfeiçoamento da humanidade.”
Immanuel Kant

“A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.”
John Dewey

Sumário

Introdução.....	01
Motivação	03
Um pouco mais sobre o desenvolvimento da educação, valorizando o contexto histórico.....	05
Investigando em sala de aula: Como desenvolver uma forma de construir junto com os estudantes.....	07
Questão problema, objetivo e algumas informações importantes	10
Ensino por investigação: “passo a passo”	12
Passo 1: Aula introdutória.....	12
Passo 2: 1ª aula teórica e aplicação de questionário	13
Passo 3: Aula experimental.....	16
Passo 4: 2ª aula teórica, discussão e aplicação de questionário	21
Passo 5: Aula pós-questionários e experimento	23
Considerações finais	26
Bibliografia	29

Introdução

Discursar sobre ensino é sempre uma tarefa muito difícil, visto que, todas as discussões que se propõem a esse respeito, são sempre passíveis de interpretações muitas vezes contraditórias, dependendo do ponto de vista de cada um que participa do diálogo.

Para aprender é preciso conhecer, ver, ler e se informar. Atualmente, com o avanço da tecnologia, a informação chega cada vez mais rápida aos lugares, e a maioria das pessoas tem acesso às descobertas de forma bem mais veloz do que a 20 ou 30 anos atrás. Antes tínhamos de esperar a renovação das enciclopédias para estudar “as novidades”; hoje com um clique encontramos o que procuramos.

Diante de tanta informação, de um mundo cada vez mais integrado, o que seria importante trabalhar nas escolas? E ainda, de que forma trabalhar para se aproveitar a estadia de uma criança e, posteriormente, de um adolescente na escola, de forma a levá-lo a aprender de forma significativa para que possa compreender o que foi visto e saber aplicar o conteúdo de maneira produtiva.

Todas essas questões são motivação para boa parte do que foi realizado nesta pesquisa. Compreender um pouco melhor os sentidos sobre investigação, atividade investigativa e ensino por investigação a partir do processo dialógico de interação entre os sujeitos (professor e estudantes), utilizando as ideias e os possíveis modelos construídos por eles é foco daquilo que busco abordar nas discussões.

Existem diversas pesquisas sobre o Ensino de Ciências no Brasil e em todo o mundo. Seria muita pretensão acreditar que neste trabalho de conclusão de curso, descobriria uma nova forma de se fazer ciências e ensinar a todos com excelência.

Neste trabalho busco discutir e interpretar como os estudantes utilizam os conceitos aprendidos nas séries anteriores e possivelmente conhecimentos informais (Johnston e Driver, 1990; Scott, 1993; Scott *et al.*, 1994), para compreender melhor o conteúdo a ser trabalhado e como estes conceitos anteriores são aproveitados nas discussões.

Utilizo alguns questionários e uma aula experimental como ferramentas neste processo de construção de novas ideias e procuro fazer uma reflexão a respeito utilização dessas ferramentas e da utilização de aulas mais dialógicas como suporte no processo de ensino-aprendizagem de novos conceitos.

Motivação

O ensino de ciências, desde o início da minha formação acadêmica, sempre foi um grande desafio, visto que já no segundo período de faculdade, comecei a lecionar em uma escola particular de ensino médio.

Assim que comecei a cursar as matérias relacionadas ao ensino de ciências, surgiu o interesse por esta área. Ao concluir a disciplina IEQ (Introdução ao Ensino de Química), percebi que o desafio seria maior do que pensava.

Já no primeiro período de faculdade percebi que ensinar ciências, envolvia “brincar” com a descoberta e desenvolver mecanismos, para trabalhar com tudo o que os estudantes pensavam a respeito das ideias lançadas e dos conteúdos a serem vistos e não apenas apresentá-las como verdades incontestáveis. O próprio ato de ensinar seria isto, propor caminhos e proporcionar descobertas e não apenas falar daquilo que já estava descoberto e apresentar a eles.

Ao longo do curso, me deparei com diversos debates, em diferentes disciplinas, nas quais constatei que este pensamento, sobre uma maneira “mais investigativa” de lidar com o ensino, era algo bastante estudado e há um algum tempo discutido entre os diversos educadores e pesquisadores da educação, inclusive muitos deles, seriam meus professores, em matérias posteriores como Instrumentação para o Ensino de Química e Didática de Ensino, por exemplo.

Ao lecionar para o segundo ano do ensino médio, percebi durante os dois primeiros anos em que trabalhei como professor que, um assunto muito interessante e ao mesmo tempo muito provocador, era o estudo da eletroquímica.

Ao explicar sobre o fenômeno da deposição de matéria sólida advinda de íons em fase aquosa, os estudantes se intrigavam quanto à constituição da matéria, tinham dificuldades em assimilar que o elemento que se depositava sobre o eletrodo, era o mesmo presente na constituição do sal que estava dissolvido em água.

A partir desta observação resolvi discutir este problema neste trabalho de conclusão de curso. Não espero com isso responder todas as minhas dúvidas, mas pretendo realizar uma discussão sobre as ideias dos estudantes e, entender os modelos que possuem sobre a constituição da matéria. Com isso, espero ser possível alcançar mais um maior êxito no processo de ensino-aprendizagem deste e de outros conteúdos.

Por último, gostaria de verificar se o tipo de planejamento que eu propus para as aulas estava adequado para ensinar este tópico da química.

Um pouco mais sobre o desenvolvimento da educação, valorizando o contexto histórico.

Ao passar dos anos com o desenvolvimento de programas como o CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), a investigação sobre o uso da história da ciência no ensino de Ciências, ganha nova força, sendo inclusive incluídas tais abordagens aos currículos oficiais em vários países (Mathews, 1995).

A abordagem histórica passa a favorecer a reflexão a respeito do conhecimento científico, no que se refere a produtos e processos; e nos faz pensar no que é importante estudar, aprender e conhecer, para viver e explorar melhor o mundo que habitamos.

Para Gagliard(1988) e Carey (1985), essa abordagem gera o esclarecimento de conceitos e redireciona os erros e as dificuldades dos estudantes. Para Giordan (1983, apud Wortman, 1996), ajuda na organização de conceitos a partir da organização de teias e redes conceituais.

Toda essa organização contribui também com o trabalho dos professores, ao demonstrar a importância dos conceitos a serem examinados e ao eleger os conceitos estruturantes que integrarão o conteúdo curricular. Ajudando-o a estabelecer as conexões entre as ideias estruturantes e estruturadoras (Lima e Aguiar Jr., 2000; APEC, 2003; Lima *et al.*, 1997; Lima *et al.*, 2004) que compõe tal currículo.

A história da ciência contribui junto aos cursos de Ciências, como um espaço para a discussão de aspectos metodológicos da ciência. Ela completa o estudo das ciências com seus aspectos sociais, humanos e culturais. Os cursos de ciências começam, assim, a propiciar aos estudantes não apenas o desenvolvimento de conceitos científicos, mas, sobretudo, o entendimento do que é ciência.

Demonstrar a relevância deste processo histórico torna-se de suma importância, não somente para minha escolha, mas para a plenitude deste trabalho com foco nas construções e no desenvolvimento de novas concepções feitas pelos estudantes, pois, somente ao compreender a

ansiedade daqueles que ajudaram a desenvolver e acreditavam nesta forma de se ensinar e aprender, poderia eu também, arriscar-me a utilizá-la e trabalhar com os alunos, mantendo uma linha de pensamento bem definida.

Investigando em sala de aula: Como desenvolver uma forma de construir junto com os estudantes

Para realizar este trabalho foi preciso buscar algumas ferramentas para uma melhor preparação e planejamento das aulas com objetivo de atuar de forma mais dialógica em sala de aula.

Com este intuito, segui algumas ferramentas de análise propostas no trabalho do Professor Eduardo Mortimer e Phil Scott (Mortimer e Scott, 2002), descritas de forma sucinta logo abaixo. Através dessas ferramentas, elaborei uma sequência lógica de trabalho que facilitou as discussões posteriores..

Uma ferramenta para analisar as interações e a produção de significados em sala de aula de ciências é o quadro com os aspectos de análise.

Aspectos de Análise	
i. Focos de Ensino	<i>1. Intenções do professor</i> <i>2. Conteúdo</i>
ii. Abordagem	<i>3. Abordagem comunicativa</i>
iii. Ações	<i>4. Padrões de interação</i> <i>5. Intervenções do professor</i>

Quadro 1: A estrutura analítica: uma ferramenta para analisar as interações e a produção de significados em salas de aula de ciências (Mortimer e Scott, 2002)

Interpretando este quadro podemos dizer que, as intenções do professor deveriam girar em torno de algumas ações básicas como: criar problemas, explorar a visão dos estudantes, disponibilizar ideias científicas, dar os estudantes a oportunidade de falar e pensar com as novas ideias científicas contribuindo para o processo de internalização das ideias e finalmente guiar os estudantes na aplicação dessas ideias científicas na intenção de expandir seu uso, transferindo gradativa e progressivamente para eles a responsabilidade sobre o uso de tais conhecimentos adquiridos.

Quanto ao conteúdo proposto nas salas de aula de ciências, as relações estabelecidas entre o professor e os estudantes podem atingir uma diversidade enorme de aspectos como: os procedimentos a serem adotados, as questões organizacionais e de disciplina e o manejo da sala de aula. Cada um desses

aspectos é importante para o trabalho de um professor e devem ser levados em consideração ao se estabelecer um projeto de ensino para a classe.

Todas essas características vão variar muito em função do local, das pessoas e da comunidade atingida, cabendo ao professores desenvolver uma sensibilidade que o permita optar pelos procedimentos mais adequados a serem desenvolvidos para as situações que por ventura surgirem.

Um tópico importante a ser comentado é o discurso em sala de aula, descrito como característica fundamental da linguagem social (Bakhtin, 1986), pois, é a forma como se desenvolverá esse discurso, que possibilitará participação efetiva dos estudantes neste processo de discussão.

Este discurso poderá se desenvolver de forma a descrever, explicar ou generalizar um fenômeno (Mortimer e Scott 2000). A descrição envolve enunciados que se referem a um fenômeno, e seus constituintes. A explicação envolve a utilização de algum modelo teórico para se referir a um fenômeno ou sistema específico. A generalização envolve a elaboração de explicações que sejam independentes de um contexto específico, elas podem extrapolar o espaço envolvido em questão.

A abordagem comunicativa é o centro da estrutura analítica, se refere ao modo como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino, através das diferentes intervenções pedagógicas que geram diferentes formas de interação. Essa abordagem se dividiu em quatro classes, definidas por meio do tipo de discurso estabelecido entre professor e estudantes ou entre estudantes, da seguinte forma: discurso dialógico ou de autoridade; discurso interativo ou não-interativo.

Interativo/dialógico: professor e estudantes discutem e exploram ideias, desenvolvem perguntas e as utilizam para trabalhar sob diferentes pontos de vista. Não-interativo/dialógico: o professor retoma durante sua aula, vários pontos de vista, de forma a enfatizar as semelhanças e diferenças. Interativo/de autoridade: professor geralmente leciona por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o intuito de chegar a um ponto de vista específico. Não-interativo/ de autoridade: professor expõe um ponto de vista específico, em geral, estabelecido como verdade definitiva.

O quarto aspecto, que são os padrões de interação, aparece na medida em que professor e estudantes passam a alternar suas falas na sala de aula

estimulando e desenvolvendo de forma mais interativa o processo de discussão dos fenômenos.

A maneira mais comum com que isto acontece são as chamadas tríades, que são como uma sequência de fatos, que acontecem ao decorrer da aula.

Essas tríades em geral aparecem como: I-R-A (Iniciação do professor, Resposta do aluno, Avaliação do professor), mas outras formas de interação também podem ocorrer. O professor pode inserir ou não mais ideias ou utilizar somente as que foram citadas pelos estudantes, pode intervir de forma a focar as atenções em torno de uma ideia, gerando cadeias do tipo I-R-P-R-P... ou I-RF-R-F.... em que P significa uma permissão dada ao prosseguimento da fala do aluno e F um *feedback* para que o aluno elabore um pouco mais sua fala.

Por fim, o quinto item, as intervenções do professor, se refere às intenções estabelecidas nos focos de ensino, à criação de problemas para os estudantes, à compreensão de suas ideias explorando suas criações e ao estímulo dado as discussões em torno delas, em geral, desenvolve-se uma “estória científica” (uma situação geradora de conflito) para contribuir com o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem de forma introduzir gradativamente as ideias científicas e dar suporte para sua internalização.

Questão problema, objetivo e algumas informações importantes

A capacidade de abstração dos estudantes quanto à constituição da matéria é alvo de estudos que observam os modelos construídos pelos estudantes para explicar temas “complicados” como, por exemplo: o espaço vazio (vácuo) que existe entre unidades que compõem a matéria, a origem da força que mantém unidos os átomos de uma substância, dentre outros.

Neste trabalho, busco interpretar a visão que estudantes do segundo ano do ensino médio possuem a respeito da constituição da matéria (mesmo após o estudo deste tema no primeiro ano do ensino médio), abordando principalmente, a influência que as aulas que realizamos (proporcionando um espaço maior de discussão) causaram no processo de aprendizagem deste conteúdo.

Entre todas as atividades planejadas para as aulas, vou me debruçar na discussão gerada por um experimento de eletrodeposição de cobre sobre uma placa de platina e focar as atenções para a valorização do dialogismo durante o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

A partir do experimento, discutiremos as ideias dos estudantes a respeito da teoria a partir do fenômeno; tanto de forma oral quanto na forma de questionário escrito, buscando construir junto com eles um modelo que, não necessariamente igual ao descrito no livro, possa explicar o que foi observado e contribua para explicar os questionamentos feitos a respeito da constituição da matéria.

O grupo com o qual realizei este trabalho era constituído de quinze alunos, estudantes do segundo ano do ensino Ensino Médio de uma escola da rede particular do município de Contagem.

A escola possui espaço com laboratório bastante reduzido e, portanto, a atividade prática foi realizada durante uma visita ao laboratório de química da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais).

Todas as aulas realizadas foram gravadas (em áudio), para que parte das falas fosse reproduzida em momento oportuno.

A aula experimental foi gravada (em multimídia audiovisual) permitindo visualizações posteriores do experimento realizado para maiores discussões.

Ensino por investigação: “passo a passo”

Passo 1: Aula introdutória

A primeira aula que realizei ao iniciar esta pesquisa foi muito importante, pois teve como principal objetivo explicar para os alunos todo o processo que iríamos iniciar.

Utilizei um horário para fazer um esclarecimento geral de todo o processo, e respondi a alguns questionamentos dos alunos, quanto à liberdade dada a eles durante a discussão, a necessidade da proposição de ideias iniciais, sem o temor de que estivessem “certas ou erradas” como comentaram. Além de mostrar o planejamento das atividades, aula a aula, para a realização deste trabalho.

Essa introdução foi importante também, para que todos participassem das etapas propostas da maneira mais natural possível, sem se sentirem pressionados de qualquer forma, apenas pelo fato de que eu utilizaria os dados daquele processo para a realização deste trabalho.

Nesta aula, os aspectos de análise citados no trabalho do professor Eduardo F. Mortimer e Phill Scott (Mortimer e Scott, 2002) e descritos sucintamente no início deste trabalho, poderiam ser julgados da seguinte forma.

Intenção do professor	Descrever o plano de trabalho e explicar o que seria desenvolvido ao longo do processo. Explicar o que são modelos e de que forma poderíamos utilizá-los.
Conteúdo	Foco na ideia de ensino por investigação e trabalho com modelos
Abordagem	Não interativa/de autoridade
Padrões de interação	Não há interação
Formas de intervenção	Apresentar ideias

Passo 2: 1ª aula teórica e aplicação de questionário

Nesta primeira aula, trabalhei com os estudantes a parte teórica do processo, expliquei como seria o decorrer do experimento e quais as ideias relacionadas.

Fizemos uma revisão, sobre os modelos atômicos que os estudantes já haviam visto desde o primeiro ano. Percebi que os alunos tiveram uma grande participação que foi demonstrada pelas intervenções dos mesmos nas discussões.

Isto se tornou muito interessante, pois agora (no 2º ano do ensino médio), considerando que os estudantes já carregavam uma bagagem maior de conceitos aprendidos (no 1º ano do ensino médio) relacionadas à constituição da matéria, eu (professor) podia instigar a discussão em torno de diversos exemplos (que se relacionavam ao conteúdo já visto por eles) buscando explicações baseadas nos modelos que eles conheciam.

Recorte de algumas partes da discussão (falas em sequência):

Professor:	Pessoal, baseados nos modelos que vocês acabaram de citar (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr) e no fato de terem conhecimento a respeito das ligações e interações químicas entre as partículas que constituem os materiais, que vocês acreditam que acontece (em relação a estas partículas) quando ocorre a formação de material sólido a partir da mistura de duas soluções aquosas contendo CuSO_4 e NaOH , por exemplo. Foi mostrada a equação seguinte: $\text{CuSO}_{4(aq)} + 2\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_{2(s)} + \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)}$
Aluno 1:	“Olha, os átomos é claro que mantém do mesmo jeito, agora quando o Cu está com o OH, ele larga o sulfato, e se liga mais fortemente e não dissocia; aí fica sólido
Aluno 2:	“Então esse negócio de ficar sólido, não se relaciona só com a proximidade entre as moléculas, tipo a interação entre elas, tem

	haver com a ligação também.”
Aluno 3:	“Mas não é toda vez que quebra para solubilizar não, você lembra que o professor falô, que açúcar nem forma íon.”
Aluno 2:	“Pois é, mas, pode ser que as moléculas se afastam, aí passa para a solução, tipo, pode quebrar ou afastar.”
Aluno 4:	“Mas e no caso do sólido, igual uma placa de metal, é feito só por um tipo de elemento e é sólido beleza! Aí quando coloca ácido igual na experiência da palha de aço que liberou hidrogênio, ele também “quebrou”, mas tipo, só perdeu elétron, não precisou quebrar uma ligação química (tipo iônica ou covalente).
Aluno 5:	“Pois é, mas ganhar elétrons, o sulfato também ganha quando separa do cobre e o OH, pois é, a hidroxila, também ganha e o cobre perde junto com o sódio.
Professor:	... É isso mesmo, é discutindo trocando ideias que chegamos às respostas para as nossas perguntas. Vocês viram que eu coloquei um exemplo em que, dava para fazermos uma analogia e iniciarmos as discussões relembrando alguns conceitos. Agora vamos fazer um questionário antes da “pesquisa” na UFMG para podermos colocar algumas ideias no papel e depois, discutirmos melhor após a experiência.

Nesta aula apliquei o primeiro questionário, que teve por objetivo recordar as ideias que os estudantes possuíam (aprendidas no 1º ano do ensino médio) a respeito do tema: constituição da matéria, pois assim, poderia utilizá-lo como uma ferramenta para posteriores discussões, junto com o segundo questionário e o experimento.

Após a aplicação deste primeiro questionário podemos fazer uma análise prévia desta aula através do quadro com os aspectos de análise.

Intenção do professor	<p>Explorar as ideias dos estudantes sobre a constituição da matéria.</p> <p>Desenvolver a estória científica: focalizando a atenção na questão do elemento a ser trabalhado no experimento (Cu) para analisarmos a sua constituição e fazer referência à constituição da matéria de uma forma geral.</p>
Conteúdo	Estudo da eletrólise do sulfato de cobre em solução aquosa.
Abordagem	Interativa/dialógica (mas com algumas intervenções de autoridade pelo professor)
Padrões de interação	I-R-F-R-F e I-R-F-P-R-F
Formas de intervenção	Selecionar as ideias dos estudantes.

Passo 3: Aula experimental

A aula experimental foi realizada no laboratório de química analítica da UFMG, com a contribuição (co-realização do experimento e participação em aula introdutória) da professora de Química Analítica, Isabel Fortes.

Algumas etapas do experimento foram filmadas, os instrumentos, junto com reagentes e material utilizados foram fotografados, para análise e posterior relato ainda neste trabalho.

Reagentes

- Amostra de latão
- HNO₃ (concentrado)
- Álcool etílico
- H₂SO₄ (1:1)

Material

- Becker de forma alta 100mL
- Provetas de 5mL e 10mL
- Balão volumétrico de 100,0mL
- Pipeta volumétrica de 25,0mL

Equipamento

- Eletroanalizador com eletrodos de platina

Procedimento

➤ Preparo da amostra

I . Pesou-se, 1,000 g de amostra de latão.

II . Transferiu-se para um becker de 100mL e adicionou-se 10,0mL de HNO_3 (concentrado). Aqueceu-se até a completa dissolução da amostra. Retomou-se com água destilada e transferiu-se para um balão de 100,0mL.

III. Pipetou-se uma alíquota de 25,00 mL e transferiu-se para um becker de 100mL. Adicionou-se 2,0mL de H_2SO_4 (1:1).

➤ Preparo dos eletrodos

I. Megulhou-se em uma solução quente de HNO_3 (1:2). Deixou-se em repouso por 5 minutos. Esta operação removeu qualquer depósito de cobre e impurezas orgânicas que estiverem nos eletrodos.

II. Retirou-se os eletrodos do banho ácido e lavou-os em água corrente e posteriormente com jatos de água destilada.

III. Mergulhou-se os eletrodos em um becker com álcool etílico e esperou-se a secagem.

IV. Pesou-se os eletrodos e anotou-se na Tabela I.

Tabela 1

	Massa inicial(g)	Massa final(g)
Anodo	20,5469	20,6913
Catodo	12,8037	12,9318

Eletrodeposição

I. Fixou-se os eletrodos no eletroanalizador. O anodo, o eletrodo menor, ficou centrado no interior do catodo. Manipulou-se os eletrodos apenas pela haste.

II. Mergulhou-se os eletrodos na solução do becker até que 2/3 destes estivessem cobertos.

III. Ligou-se o sistema de agitação e fechou-se o circuito para dar início à eletrólise. Ajustou-se a voltagem para cerca de 3V e a corrente até que a solução se tornou praticamente transparente.

IV. Desligou-se o sistema de agitação e suspendeu-se os eletrodos. Quando os eletrodos se encontravam fora da solução, desligou-se a corrente.

V. Deixou-se os eletrodos secar por alguns minutos.

VI. Pesou-se os eletrodos e anotou-se os valores na Tabela I.

Cálculos e resultados

Como o metal de interesse era o cobre fizemos o cálculo para a diferença de peso causada no catodo que é onde ocorria sua redução.

Fizemos apenas uma amostra visto que a discussão iria girar em torno do aspecto qualitativo e não quantitativo da análise.

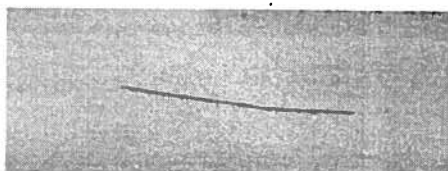
Massa depositada $\rightarrow 20,6913 - 20,5469 = 0,1444\text{g}$

Fator de diluição 4X, massa real $\rightarrow 0,1444 \times 4 = 0,5776\text{g}$

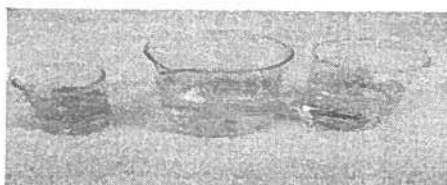
Porcentagem de cobre na amostra (1,0000g) = 57,76%

Apesar do cálculo contribuir para ratificação de tudo aquilo que tínhamos visto, a porcentagem de cobre na amostra não era o objetivo primordial do experimento, o mais importante era a visualização dos alunos, do fenômeno de eletrodeposição.

Fio de cobre



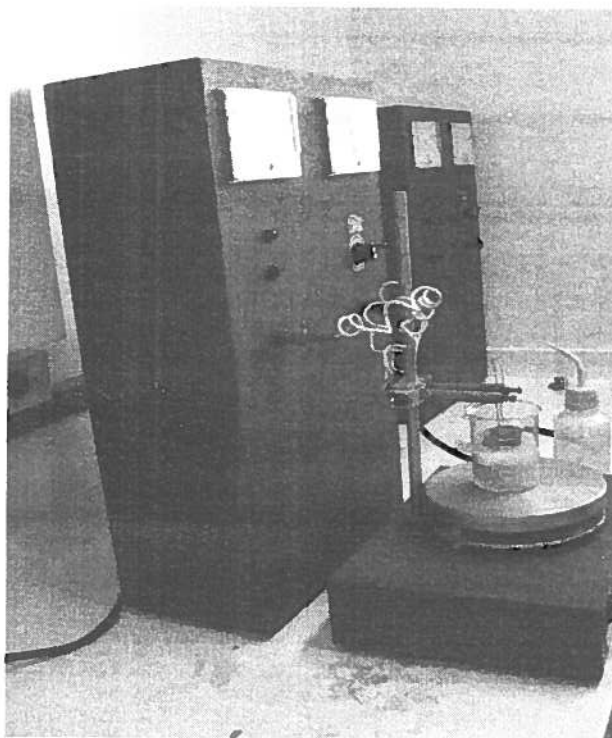
Solução antes e depois



Aula experimental



Equipamento em funcionamento



A partir do momento em que visualizaram a passagem daquele pedaço de fio para a solução (com adição de ácido nítrico), e depois viram aquela solução azulada (após a passagem de corrente elétrica) “transferir” o cobre para o eletrodo na forma metálica, os alunos se “empolgaram” ainda mais na busca de explicações e puderam responder a segunda parte do questionário.

Quadro com aspectos de análise para a aula experimental.

Intenção do professor	Explorar as ideias dos estudantes sobre a constituição da matéria, através da visualização que teriam da passagem do cobre ionizado em solução para a forma metálica.
Conteúdo	Estudo da eletrodeposição do íon cobre num eletrodo de platina.

Abordagem	Interativa/dialógica (mas com algumas intervenções de autoridade pelo professor), os alunos puderam arguir e discutimos enquanto o processo se desenrolava, mas, intervia algumas vezes, para manter o andamento da prática
Padrões de interação	I-R-I-R e I-R-P-I-R
Formas de intervenção	Demonstrar a ocorrência de um fenômeno.

Passo 4: 2ª aula teórica, discussão do experimento e aplicação do segundo questionário

Neste terceiro encontro, pudemos discutir um pouco melhor as questões; as respostas foram dadas após uma pequena discussão no primeiro horário de aula.

Houve uma troca de ideias entre os alunos e grupos, permitindo algumas intervenções do professor, mas, sem a necessidade deste, estabelecer a ordem dos diálogos e a “distribuição das ideias”, podendo agir apenas como mais um elemento que circulava entre os grupos e contribuía ao arguir e opinar.

Nesta aula apliquei o segundo questionário, buscamos estabelecer algumas relações entre as repostas dadas pelos alunos, além de constituir uma ferramenta para as discussões que fizemos durante as aulas posteriores.

Esta aula, tendo sido planejada, sob o mesmo formato da primeira, mas com a possibilidade de discussão a partir da realização de um experimento com os alunos, pode ser resumida (segundo o quadro de aspectos de análise) da seguinte forma:

Intenção do professor	Explorar as ideias dos estudantes sobre a constituição da matéria, através da visualização que teriam da passagem do cobre ionizado em solução para a forma metálica e verificar como relacionam isto às reações químicas, por exemplo.
Conteúdo	Estudo atividade prática de eletrodeposição de matéria sólida a partir de uma mistura homogênea de um sal um contendo cobre em água com utilização dos modelos construídos para explicação dos fenômenos.

Abordagem	Interativa/dialógica, os alunos puderam agir e discutimos as ideias durante o processo, no momento das respostas ao questionário fomos menos interativos.
Padrões de interação	I-R-F-P-F-R-I
Formas de intervenção	Articular as ideias dos estudantes

Passo 5: Aula pós-questionários e pós-experimento

Nesta última aula pós-experimento, organizei os alunos em círculo e comecei a falar sobre as ideias gerais apresentadas, me senti mais seguro, como se soubesse de forma mais efetiva o que realmente era a dúvida de cada um (por se tratar de um grupo relativamente pequeno também), e à medida que ia “corrigindo” alguns conceitos de forma geral, os próprios estudantes, citavam a autoria da citação e comentavam como no recorte abaixo:

Professor:	Pessoal, quando falamos de elasticidade, será que é possível que este fenômeno seja explicado pelo rompimento das ligações entre os átomos? Então, quando enchemos a boca de ar e esticamos a bochecha, os átomos que constituem as células, aos se separarem, ainda assim, permitem que a célula se mantenha viva? Ou então, ao ficarem livres não poderiam reagir, (como vocês haviam dito), promovendo transformações na pele.
Aluno 7:	“Nó pior que é mesmo” se tudo fosse sempre “colado”, tinha que quebrar para mudar de forma aí não ia ter jeito de voltar, realmente, tem que tem um espaço entre as partículas, aí “meio” que elas se movimentam e da para mudar de forma ou esticar, e sem reagir se não muda tudo.

<p>Aluno 2:</p>	<p>Professor, mas o “Daniel” viu no livro, que reação podia ser caracterizada como um rearranjo entre os átomos, mas, igual a gente viu lá, na questão da eletrólise, o mais importante mesmo, era o íon virando sólido, só tinha um átomo que era o próprio cobre, que como acabamos de ver é o mesmo que se depositou na placa, então se é o mesmo, quem mudou e quem rearranjou?</p>
<p>Professor:</p>	<p>Olha, foi até legal você perguntar isto, para que nos lembrássemos de onde vêm os elementos que estamos analisando, se observarmos como um todo, adicionamos sulfato de cobre na água (CuSO_4), este sal que em solução aquosa, dissocia, fornece o íon que posteriormente se deposita com a passagem de corrente elétrica.</p> <p>Reparem que em relação ao sal inicial, após a passagem de corrente elétrica na solução tivemos o “deslocamento” deste íon para a placa que passou para a fase sólida e apresentou novas características, se fizermos a equação geral com todas as substâncias envolvidas (inclusive a água que também inoniza), podemos ver todo este processo e discutir estes rearranjos.</p>

Desta forma, a medida que fomos discutindo fui “jogando” com as ideias dos alunos até que pudéssemos chegar a um consenso, um pouco mais direcionado por mim desta vez, para que entendessem como ocorria aquele processo e repensassem suas ideias anteriores, não somente a respeito da deposição eletrolítica, mas, da composição da matéria de uma forma geral e também é claro, do fenômeno em questão.

Intenção do professor	Apresentar conceitos aproveitando as ideias dos estudantes sobre a constituição da matéria e sobre o resultado do experimento, procurando esclarecer os conceitos a serem trabalhados.
Conteúdo	Conceitos gerais sobre constituição da matéria, modelos construídos pelos alunos e experimento sobre eletrodeposição.
Abordagem	Interativa/dialógica, os alunos puderam agir e discutimos as ideias durante o processo.
Padrões de interação	I-P-F-R e I-F-P-R
Formas de intervenção	Articular as ideias dos estudantes e apresentar novos conceitos

Considerações finais

Já na primeira aula quando comentei com os alunos sobre a possibilidade de trabalharmos com suas próprias ideias como centro da discussão, houve um grande interesse, de todos em participar. Isso me levou a crer que o estímulo à contribuição efetiva do aluno no processo de ensino-aprendizagem causa um grande impacto na forma como ele vai encarar todo o processo.

Os alunos sentem-se mais a vontade no desenrolar das discussões visto que, tudo o que será proposto a discutir ainda não se sabe se é uma “verdade absoluta” ou algo como os próprios definiram várias vezes: “comprovado cientificamente”; então eles sentem-se mais confiantes a arriscar proposições, o que é muito bom.

Quando ocorre a formulação de hipóteses, a discussão torna-se algo natural, e com a formação de pequenos grupos, podemos perceber que é como se a aprendizagem ocorresse de forma auto-sustentável, à medida que surgem novas ideias, surgem também contraposições dentro dos pequenos grupos e o professor atua principalmente como um mediador, para que os próprios alunos desenvolvam caminhos, e que através destes vários caminhos, possam enfim chegar a um conceito geral, que explica as diversas ideias discutidas.

Todas essas interações, nem sempre mediadas pelo professor, acabavam surgindo e a construção de modelos ainda que mentais sem a exposição em um papel se tornavam bastante interessante, pois, estimulava o desenvolvimento da capacidade de abstração dos alunos para a explicação dos fenômenos, visto a grande dificuldade que se tem de despertar o interesse dos estudantes pelo ensino de química justamente por ser uma ciência que exige, por muitas vezes, uma abstração muito grande dos alunos.

Quando se ensina, apresentando um modelo pronto, já aceito pela comunidade científica, os alunos concebem as ideias de forma a se restringir sua interpretação àquele modelo proposto (sem pensar em como se chegar até ele) e em geral não se encorajam a defrontar ideias novas frente àquilo que “está escrito no livro” e que, portanto, para eles é tratado muito frequentemente como verdade absoluta.

A necessidade de ter que construir algo novo, instiga também o desenvolvimento de habilidades organizacionais nos alunos, eles acabam (dentro dos pequenos grupos) separando as similaridades e disparidades até que se alcance uma explicação comum.

Conhecendo as dúvidas gerais e os anseios dos alunos, é possível trabalhar com estes conceitos de forma a demonstrar que, existem vários caminhos para se chegar ao mesmo ponto e que trilhar estes caminhos é que constitui a aprendizagem e não somente conhecer o ponto de chegada.

É possível mostrar aos estudantes que eles não precisavam “temer” “pensar errado” a respeito de algum conteúdo, como ouvi muitas vezes; mas era preciso que passassem a ter segurança de que, suas ideias, poderiam sim, ser muito úteis e muitas vezes coerentes para explicar os fenômenos, apesar de poder haver “falhas” a serem discutidas como nesta última aula.

Desse modo, acredito que lecionar, de forma a valorizar o dialogismo, procurando propiciar os momentos de discussão, não necessariamente presos a uma sequência de trabalho (aula, experimento, discussão, explicação), mas, sempre com a preocupação em gerar a discussão, propor a descoberta, estimular a participação efetiva dos alunos e desenvolver junto com eles, são um caminho de sucesso no processo de ensino-aprendizagem dos mesmos.

A discussão realizada, a partir destes modelos apresentados pelos alunos nos questionários aplicados, foi extremamente interessante, pois, mesmo apresentando erros conceituais ou não, esta ferramenta (questionário), utilizada não como mecanismo de avaliação, mas, como objeto para discussão, serviu para o professor como fonte para exemplificações, comparações, analogias e explicações retroativas, possibilitando inclusive a “correção” de possíveis ideias muito fora da realidade para o caso em questão.

A prática investigativa permite essa compreensão mais ampla de um modelo, pois, ao trabalharmos com diferentes hipóteses e engajarmos as informações adequadas a cada uma, acabamos por perceber os detalhes importantes a serem considerados, além disso, trata-se o modelo como uma ferramenta que explica um fenômeno observado e não somente como um

arcabouço teórico, muitas vezes considerado distante da realidade e até mesmo ineficiente para explicar alguns experimentos.

Por fim, é imensurável a quantidade de citações que se pode fazer a respeito das ideias que surgem quando se trabalha com os modelos propostos pelos alunos e também das possibilidades a serem exploradas quando trabalhamos desta forma, mas, é importante salientar que todo este processo deve ser realizado, após o conhecimento de boa parte do que foi citado no início deste trabalho, visto que, o preparo de um questionário e uma atividade experimental devem ser bem planejados antes de aplicados, para possibilitar discussões realmente produtivas para a aprendizagem dos conteúdos.

Não podemos olhar somente para aquilo que podemos fazer pelos alunos, enquanto agente construtores de sua própria aprendizagem, mas precisamos preparar bem profissionais capacitados para que todo este processo obtenha êxito, enquanto ferramenta a ser utilizada no ensino de ciências.

Bibliografia

BAKHTIN, M.M. (1986) *Speech Genres & Other Late Essays*, ed. by Caryl Emerson and Michael Holquist, trans. by Vern W. McGee. Austin: University of Texas Press.

CAREY, S. *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985.

GAGLIARDI, R. *¿Cómo utilizar La historia de La ciencias La enseñanza de las ciencias? Enseñanza de las Ciencias*, v.6, n.3, p. 291-296, 1988.

JOHNSTON, K. e DRIVER, R. *A constructivist approach to the teaching of the particulate theory of matter: a report on a scheme in action*. Reino Unido: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, 1990.

LIMA, M.E.C.C. e AGUIAR Jr., O. *Ciências: Física e Química no Ensino Fundamental*. *Presença Pedagógica*, v. 6, n. 31, p. 39-49, 2000.

LIMA, M.E.C.C.; AGUIAR Jr., O.G. e BRAGA, S.A.M. *A construção de um currículo de Ciências para a 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental: Um trabalho de parceria FAE-Centro Pedagógico*. Em: MOREIRA, M.A. et al. (Orgs.). *Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (Águas de Lindóia – SP)*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997. p. 357-365.

LIMA, M.E.C.C.; BRAGA, S.A.M. e AGUIAR Jr., O. *Aprender Ciências: Um mundo de materiais – Livro do aluno e livro do professor*. 2ª ed. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2004.

MATHEWS, M. R. *História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação*. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.12, n. 3, p. 164-214, dez, 1995.

MORTIMER, E.F. and SCOTT, P.H. (2000) *Analysing discourse in the science classroom*. In Leach, J., Millar, R. and Osborne, J. (Eds) *Improving*

Science Education: the contribution of research. Milton Keynes: Open University Press.

MORTIMER, E.F. and SCOTT, P.H. (2002), *Investigações em Ensino de Ciências* – V7(3), pp. 283-306.

SCOTT, P.; ASOKO, H.; DRIVER, R. e EMBERTON, J. *Working from children's ideas: an analysis of constructivist teaching in the context of a chemistry topic.* In: Fensham, P., Gunstone, R., White, R. (Eds.) *The content of science.* Londres: Falmer Press, 1994.

SCOTT, P. *Overtures and obstacles: teaching and learning about air pressure in a high school classroom.* In: *Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics.* Ithaca, NY: Misconceptions Trust, 1993.