



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Ernani Viana de Souza Júnior

**A ELETRÓLISE E O LÚDICO NA EXPERIMENTAÇÃO EM
RETROPROJETOR**

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

Brasília – DF

2.º/2009



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Ernani Viana de Souza Júnior

**A ELETRÓLISE E O LÚDICO NA EXPERIMENTAÇÃO EM
RETROPROJETOR**

*Monografia de Graduação em Ensino de
Química apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de Licenciado em
Química pela Universidade de Brasília.*

Orientador: Joice Aguiar Baptista

2.º/2009

*El mundo seria aburrido y triste sin colores
Sin el arcoiris que pinta las flores
Sin el cielo azul y las nubes rojas
Sin el verde vida que pintan las hojas
El mundo seria aburrido y triste sin colores*

*Hay colores de piel, colores de ojos,
Colores de pelo, colores, colores
Pero el mismo color, nos pinta por dentro
Los mismos colores en los sentimientos
El mundo sería aburrido y triste sin colores*

Jorge Villamizar (Colores Colores)

A minha mãe, Monica Auxiliadora, que infelizmente não vai poder estar fisicamente na primeira fila do auditório durante a apresentação deste trabalho, mas vai estar felizmente, guardada em meu coração e em minha memória para sempre. Não pode estar nos momentos que eu precisava, apesar de que eu sentia a presença dela.

E ao Professor Karl E. Bessler que me escolheu como aluno. Por muito tempo vai ficar na memória aqueles dias em que no laboratório o grupo se reunia para o “nosso trabalho divertido”. Se hoje eu parar pra pensar quem eu seria sem ter feito “Técnicas de Pesquisa 1 e 2” com o professor Bessler, provavelmente eu seria uma pessoa amargurada e ‘sem cores’.

Danke!!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que não me deixou desistir e me trouxe até aqui. E também me trouxe até Brasília. Eu sei que reclamo muito dessa floresta de concreto, mas se eu estou aqui é porque teve algum propósito. E, eu espero e tenho certeza, foi para um bom propósito.

Agradeço a Tia Mercês (a tia da Poha), pois também não me deixou desistir. Ela principalmente me mostrou que só é preciso garra e felicidade para encarar uma monografia e um curso superior. Ao meu pai, minhas irmãs e minha vó, que contribuíram muito em tudo. Também agradeço aos demais familiares que se preocuparam com toda essa fase alucinada que foi a graduação.

Agradeço a professora Joice, pela paciência de me orientar e pela forma tão contagiante com que me recebeu pela primeira vez na sua sala quando eu disse qual tema queria que fosse minha monografia e que queria que ela fosse minha orientadora. Entendi ainda mais a importância de um sorriso e um incentivo vindo de um professor para um aluno.

Agradeço a Ferdí, Babucha, Valéria, Lucília por muita coisa. O fato de eu ter um diploma de licenciatura em Química significa dizer que eu tive pessoas muito legais que me ajudaram a superar as dificuldades, sem levar a sério o sentimento de desistência.

Agradeço a muitos outros que encontrei no primeiro dia da aula de “Metodologia do Ensino de Química” pelo incentivo e pelo companheirismo. Pena que nem todos puderam continuar na Licenciatura, mas que bom que muitos eu encontrei no dia da colação de grau.

Por fim, e não menos importante, agradeço aos alunos calouros de 2º/2009 do curso de licenciatura em Química da UnB e aos alunos do 3º ano G, 2º ano H e 2º ano J do Centr de Ensino Médio Elefante Branco que responderam o questionário desta pesquisa e assistiram às apresentações, fazendo com que elas fossem muito mais agradáveis.

RESUMO

Orientados pelo Professor Dr. Karl Bessler, o grupo de alunos de graduação formado por Barbara Viana, Fernanda Gomes e eu, criou uma série de experimentos para visualização em retroprojektor envolvendo conceitos de eletrólise. Para tanto faz uso de diversas soluções com diversos fenômenos coloridos observáveis. Se isto despertava o interesse do grupo e admiração de todos os que acompanhavam o projeto, imagina o que poderia fazer com alunos? E com uma platéia heterogênea? O projeto vem mostrar não só o experimento demonstrativo em retroprojektor como alternativa em sala de aula, mas também suas vantagens e conceitos envolvidos como: os princípios de Química Verde, pela economia de reagentes, atendendo um grande número de pessoas, e o Lúdico, por motivar os espectadores a partir do belo. Além disso apresentamos aqui diversos roteiros e transparências para a apresentação do experimento e da eletroquímica em retroprojektor para uma sala de aula ou apresentação não formal e os preceitos envolvidos. Pelos dados recolhidos nas apresentações feitas em quatro turmas de alunos com contextos diferentes podemos observar o valor do experimento como bom material de ensino e a relevância de que uma aula que leva os alunos a se tornarem protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras chave: *retroprojektor, lúdico, Química Verde, apresentação, eletrólise, eletroquímica*

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 5 |
| • DIFICULDADES NO ENSINO DE CIÊNCIAS E NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA | |
| • O ENSINO NÃO-FORMAL E O LÚDICO | |
| • OS PRINCÍPIOS DE QUÍMICA VERDE | |
| • A EXPERIMENTAÇÃO EM RETROPROJETOR | |
| 3. METODOLOGIA | 18 |
| • MATERIAIS DE APLICAÇÃO | |
| ○ ROTEIRO DOS EXPERIMENTOS | |
| ○ TRANSPARÊNCIAS | |
| ○ QUESTIONÁRIOS APLICADOS | |
| 4. ANÁLISE DE DADOS | 22 |
| • DISCUSSÃO DOS EXPERIMENTOS | |
| ○ ELETRÓLISE DE IODETO DE SÓDIO | |
| ○ DECOMPOSIÇÃO ELETROLÍTICA DA ÁGUA | |
| ○ CORROSÃO ANÓDICA DO FERRO | |
| • CONTEXTO E RESPOSTAS | |
| ○ ALUNOS DO 1º SEMESTRE DE LICENCIATURA EM QUÍMICA | |
| ○ ALUNOS DE 3º ANO DE ENSINO MÉDIO | |
| ○ ALUNOS DE 2º ANO DE ENSINO MÉDIO (TURMA “H”) | |
| ○ ALUNOS DE 2º ANO DE ENSINO MÉDIO (TURMA “J”) | |
| • CONCLUSÃO | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |
| ANEXOS | 40 |
| • ROTEIROS | |
| • TRANSPARÊNCIAS | |
| • QUESTIONÁRIOS | |

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

No primeiro semestre do ano de 2007, eu estava no 4º semestre do curso bacharelado de Química na Universidade de Brasília e fui convidado, junto com a Bárbara, por nossa amiga Fernanda Gomes para participar de um grupo de estudo sobre experimentação com o professor Karl Bessler. Mal imaginava que a partir dali iria fazer parte de um projeto que me conduziria a tantas oportunidades na universidade e fora dela. Sem contar que era um trabalho divertido, cheio de cores e efeitos que nós mesmos nos sentíamos surpreendidos e contagiados. O orientador era, com certeza, o que mais se sentia contagiado. Cada tentativa, cada foto, cada descoberta nova eram sorrisos em nossos rostos que pareciam copiados do rosto de crianças. O projeto virou tema de painel de congresso regional de Química, depois nacional; virou tema de seminários; e, por fim, tema da palestra de abertura da Semana da Química, que inaugurava o prédio novo do Instituto de Química e, com louvor, homenageava o apresentador, o Professor Bessler, que na época havia acabado de se aposentar. Hoje este é o tema que apresento, muito orgulhoso, a minha monografia.

Coordenado pelo professor de Química Inorgânica, Dr. Karl Bessler, o grupo formado por Bárbara Viana, Fernanda Gomes e eu, todos alunos do curso de Química da Universidade de Brasília, formulou, no período entre 2007 e 2009, uma série de experimentos envolvendo eletrólise, cujos resultados de efeitos coloridos poderiam ser visualizados numa projeção de um retroprojektor. O objetivo da adaptação dos experimentos para projeção em retroprojektor se assenta, basicamente, na vantagem de se utilizar o mínimo de reagentes num experimento podendo ser visto por um grande número de pessoas.

Na Semana de Química da UnB do ano de 2008, o professor Karl Bessler apresentou este trabalho na palestra de abertura do evento e contagiou a todos os ouvintes, entre

químicos, leigos e crianças, pelos belos efeitos que a experimentação proporciona e pela forma como conceitos químicos podem ser demonstrados.

A forma com que a experimentação foi apresentada, nesse evento, é caracterizada como modalidade de ensino não-formal, visto que no auditório, um ambiente extra-classe, havia um grupo de pessoas, entre elas adultos e crianças, e teve como intuito informar, ensinar, relacionar os conceitos químicos com o cotidiano e, porque não, entreter.

Este tipo de abordagem não é novo. Há no Brasil e no mundo, grupos e especialistas que fazem apresentações com experimentos químicos de forma lúdica – com teatro, representações, brincadeiras – atendendo a um público misto e interessado, divulgando e promovendo assim conhecimento no que se pode chamar “Show da Química”.

Nessas apresentações o lúdico é bastante valorizado, pois entra como motivador despertando a curiosidade, o que pode favorecer o ensino-aprendizagem, por causa da forma como prende a atenção da platéia para o que está acontecendo. E também reduz mitos, que alunos e até professores possuem de que a Química deve ser tratada como assunto difícil e, com rigidez.

Este trabalho vem então, apresentar a experimentação sobre eletrólise, em retroprojector, seja numa sala de aula ou em uma apresentação não-formal, de forma lúdica. Acreditamos que inserida no contexto de ensino-aprendizagem pode ser motivadora para os alunos, mesmo que não alcance tantos objetivos como uma experimentação investigativa.

O presente trabalho possui dentre seus objetivos, evidenciar a importância do lúdico numa modalidade de ensino aprendizagem através de experimentos de efeitos coloridos com o uso do retroprojector e que estes podem ser uma boa estratégia para o ensino de conceitos que regem a eletroquímica. Também queremos divulgar a Química por meio de experimentos em retroprojector numa apresentação para grupos de alunos, colher e analisar dados sobre a recepção deles sobre a apresentação e enfatizar nestas apresentações a vantagem das

experimentações em retroprojektor, no que se diz respeito à aprendizagem e os princípios de Química Verde e o lúdico

Ao alcançar estes objetivos poderemos, por fim, enfatizar a reprodutibilidade dos experimentos, seja em sala de aula ou numa apresentação não-formal e apresentar os roteiros como forma alternativa de contribuição para professores na realização destes experimentos como proposta para sala de aula.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

DIFICULDADES NO ENSINO DE CIÊNCIAS E DA ELETROQUÍMICA

“Ora, a ciência é necessariamente difícil, porque só trabalha com *conceitos*, que são abstratos.”¹

Não é nenhuma surpresa que a Química é considerada, pelas pessoas em geral, como um conjunto de conceitos complicados sendo apenas acessíveis para cientistas e especialistas da área. Nesta situação a Química, assim como as outras ciências, parece somente interessar aqueles que ingressam nos níveis superiores de ensino e têm êxito. Muitas vezes o ensino de ciências, no nível básico, apenas serve na concepção dos alunos, para que, obtenham sucesso em exames e vestibulares, pois o ensino se apresenta nitidamente dogmático. Para alguém se tornar cientificamente alfabetizado, não basta saber certos conteúdos científicos ministrados de forma dogmática e acriticamente. É preciso que os conhecimentos sejam conectados com outras noções indispensáveis à abordagem e à inteligibilidade dos conceitos concretos, sendo, portanto de criar um modelo facilitador e que possa despertar o interesse do aluno. (JAPIASSU, 1999)

Para que a ciência torne-se, então, mais agradável aos olhos de leigos nasceu a necessidade em que a interface ciência e cultura começasse a ser mais estreita, onde os conhecimentos científicos não sejam somente acessíveis à área acadêmica e aos profissionais da área.

“Só é fácil quando parte das aparências, do familiar, do imediato ou do concreto vivido. Ela nos introduz num universo de idéias estranhas à nossa experiência imediata, a um mundo de objetos que não reconhecemos em nossa vida concreta. Exige um enorme esforço intelectual, um conhecimento teórico que transcende as aparências, os fatos dados à nossa percepção direta.”¹

¹ JAPIASSU, H.; **Um desafio à educação – Repensar a pedagogia científica**. São Paulo, Ed. Letras & Letras, 1999

A eletroquímica, tema do experimento presente neste trabalho, não foge muito desse problema. O envoltório de tantos conceitos que regem as pilhas, a eletrólise, as reações de oxi-redução e os números de oxidação muitas vezes tiram o sono de muitos professores, e principalmente dos alunos. A falta de uma abordagem nova a esse conteúdo da disciplina e o problema de que eletroquímica não está nada perceptível no cotidiano do aluno, torna cada vez mais o conteúdo distante de um melhor processo de ensino-aprendizagem.

O ensino não deve ser considerado como uma simples transmissão de conceitos por parte do professor em relação ao aluno. Recursos pedagógicos precisam e devem facilitar o processo de ensino-aprendizagem, mesmo que haja a dificuldade em relação a determinados conceitos. O estreitamento da relação aluno-conteúdo pode ser mediado pelo professor a partir de estratégias que aumente um ‘desejo’ de conhecimento. Sendo como um processo de sedução, onde o aluno deixa-se ser seduzido pelo assunto. Ocorre que, quando o indivíduo se depara com uma situação que lhe instiga a curiosidade, e ela é saciada, seja desenvolvida uma experiência de prazer. Essa emoção desenvolvida não é sozinha, ela deve desencadear um desejo de aprender e aprofundar-se mais, possibilitando um maior conhecimento do universo em que vive (JAPIASSÙ, 1999)

“Por que não utilizarmos outras técnicas narrativas a fim de veicular uma mensagem científica? Por que a ciência não pode ser ‘lida’ revestida com as indumentárias do romance e do lúdico?”¹

De forma geral, as pessoas não imaginam e nem aceitam que determinados fenômenos da química ocorram no dia-a-dia e possam ser demonstrados de uma forma lúdica e não-formal.

EXPERIMENTOS DEMONSTRATIVOS E O LÚDICO:

“Todo nosso conhecimento está relacionado, em primeira estância, com nossos sentidos. Não reconhecemos e também não faz parte do nosso mundo aquilo que não ouvimos, não vemos, não sentimos, não degustamos e

não podemos tocar. Precisamos ler ou enxergar em sinais mesmo as coisas mais abstratas para podermos imaginá-las.”²

O texto acima nos instiga a pensar sobre tomar medidas em relação ao que pode ser feito em sala de aula para que os alunos possam aprender mais e decorar menos, e principalmente, diminuir a aversão deles em relação à ciência. Levá-los a aprender e despertar interesse é o objeto desse trabalho que envolve a experimentação demonstrativa em sala de aula numa apresentação lúdica.

Fala-se de função lúdica quando em determinado momento de troca de experiências, o interesse tem como centro o jogo, o entretenimento, a gratificação, o deleite. A experimentação no ensino de ciências, por suas particularidades especiais pode enquadrar-se numa produção de prazer estético, gerando experiências que unem o inteligível e o sensível, o racional e o emotivo. O deleite entra como requisito indispensável para a motivação e consequentemente para a aprendizagem. A experiência também proporcionará um encontro com a realidade (FERRIS, 1996).

Pode ser dito que vários teóricos da aprendizagem reconhecem que o processo de ensino aprendizagem torna-se mais efetivo quando existe esse deleite, tanto para aluno quanto para professor, pois o que proporciona prazer trará a motivação e esta, por conseguinte, fará com que o aluno esteja mais interessado em aprender mais. Esta tem sido uma das principais preocupações dos educadores em ciências exatas e da natureza.

O lúdico e o espetacular possuem uma certa tendência em substituir os discursos científicos a que as pessoas possuem tanta aversão, por atividades que sejam interativas e realmente despertem o interesse, atuando pela curiosidade.

O Professor Dr. José Atílio Vanin, da Universidade de São Paulo, foi o pioneiro no Brasil na criação de um grupo voltado para a educação não-formal com a apresentação de fenômenos químicos de uma forma lúdica, com experimentos envolvendo efeitos chamativos

² PRECHT, R. D.; Quem sou eu? E se sou, quantos sou? Uma aventura na filosofia. São Paulo, Ed. Ediouro, 2009

e com possibilidade de serem interativos. Uma das bases da Educação não-formal é fazer ensino-aprendizagem numa ocasião fora da sala de aula e que possa atender a um público interessado e heterogêneo (de diferentes gêneros, faixas etárias, classe social, etc.). Os trabalhos de Vanin são endereçados aos educadores em ciência preocupados com a divulgação da ciência, para que cada vez mais pessoas possam compreender a estreita relação que possui os fenômenos químicos com o cotidiano através de uma linguagem acessível a alunos, cientistas e leigos simultaneamente.

Vanin (1991) relata que a Química “é a ciência fundamental que mais se relaciona diretamente com o cotidiano e que é muito importante falar sobre Química não somente na escola, mas também para um público geral” (tradução nossa)³. Coloca em evidência que estudantes e leigos não aprendem apenas pelos textos técnicos, fórmulas, equações químicas, gráficos de energia, etc., de tão difícil compreensão, mas também por outras atividades que possam estimulá-los ao aprendizado, mesmo que seja complexo fazê-los entender a estreita ligação entre determinado conteúdo e o cotidiano.

Na década de 1980, o grupo “Química em Ação” foi formado, dando prosseguimento ao projeto inicialmente elaborado pelo Prof. José Atílio Vanin, idealizador do Show da Química. Na apostila elaborada por eles, num dos apêndices, especialmente dedicado as demonstrações em retroprojektor, Mateus⁴ cita o trabalho de Hubert N. Alyea. O trabalho de Alyea envolve uma vasta publicação de mais de vinte trabalhos na revista *Journal of Chemical Education* entre 1962 e 1978 sobre experimentos demonstrativos em retroprojektor com o título de TOPS (Tested Overhead Projection Series). No texto há um trecho de Alyea que diz:

“...gramas são usadas ao invés de quilogramas; um ano inteiro de experimentos custa 5 dólares. Reações químicas são projetadas em cores na parede; béqueres aparecem com um metro de altura, bolhas de gás e gotas de

³ VANIN, J. A. et alli, *Journal of Chemical Education*. **68**, 652, 1991

⁴ MATEUS, A. L. M. L; Apostila de experimentos do grupo “Química em Ação”

líquidos tão grandes quanto bolas de beisebol; gases tóxicos, fumaças e explosões são em dimensões micro” (p.57)

Pela economia de reagentes, atendimento a um grande público, demonstração de efeitos coloridos, e consequências como despertar o interesse e motivar o aluno em relação à Química através do lúdico é o que faz o experimento em retroprojctor ser tão atrativo e uma ótima alternativa para professores de escolas que não possuem estrutura para realizar uma atividade prática.

Outro autor conhecido pelo ensino não-formal é Bassam Z. Shakhashiri que publicou uma serie de livros contendo roteiros de experimentos, de fácil apresentação e montagem, para professores de Química. Na apresentação do quarto volume da série de Shakhashiri, *Chemical Demonstrations – A Handbook for Teacher of Chemistry* (1992), o texto é assinado pela Professora Dóris Kolb. Esta se refere à alegria de ensinar Química enquanto se faz aulas demonstrativas:

“Quando eu começo a fazer uma demonstração, a classe começa visivelmente a ficar mais atenciosa. Não importa quão simples seja a demonstração, os alunos se divertem ao verem coisas acontecendo. Quando princípios químicos são ilustrados em experimentos, não somente são mais interessante para os alunos, mas, também, mais divertidos para o instrutor.

(...) se escolhêssemos fazer somente dois ou três demonstrações durante o semestre, eu suspeito que seriam memoráveis momentos do curso para muitos desses estudantes (tradução nossa)”⁵

Ainda na opinião de Kolb, a dificuldade também se encontra na aversão dos professores ante os experimentos de complicada montagem e no gasto de tempo para preparação destes, e, em contraposição, ressalta as demonstrações em sala de aula pela facilidade com que muitos fenômenos químicos podem ser apresentados, em curto espaço de tempo e dispendendo menor esforço para se fazê-los. Cita como exemplo de experimentos demonstrativos, “a formação de precipitado, ou a adição de ácido em carbonato para a

⁵ SHAKHASHIRI, B. Z. **Chemical Demonstrations – A Handbook for Teacher of Chemistry**. The University of Wisconsin Press: Madison, 1992, vol. 4, (p.xiii)

formação de efervescência, ou mostrar a mudança de cor de um indicador ácido-base” (p. xiii-xiv).

O lúdico aqui entra como fator essencial no desenvolvimento dessas aulas. Prender a atenção dos alunos em uma apresentação, como acima citado, é um trabalho que acaba sendo divertido para o próprio professor. Ainda podemos ver entre as citações de Kolb que a Química ainda que seja uma disciplina levada tão a sério por professor e alunos, com seus termos técnicos de difícil entendimento e correlação, pode ser mostrada de um jeito que desperte o interesse dos alunos:

“A Química é comumente uma disciplina pouco apreciada entre os alunos, de fato, costumam considerá-la como a ‘mais difícil’. Muito da aula de química é gasta na tentativa de resolver uma imensidão de desafios. Ensinar química não é fácil, mas pode ser divertido (tradução nossa).”²

O trecho também nos dá uma alusão de que não só o aluno deve ser entretido. Há importância do professor também se envolver, como se houvesse uma espécie de sintonia, um envolvimento, entre todos durante a apresentação.

Para o caso das demonstrações realizadas em sala de aula, entendemos que ela deva ter um objetivo pedagógico definido não somente uma forma de entreter alunos e professor. Mateus e colaboradores, num livro específico com experimentações em retroprojektor citam que:

“Uma demonstração não deve ser realizada apenas por ser curiosa, divertida ou bonita. Apesar de essas características serem importantes, elas não são suficientes em termos educacionais. Além dessas características, uma demonstração não precisa ser realizada no momento adequado, dentro de um planejamento, para ter um impacto direto na compreensão dos temas em estudo.”⁶

Todas as vantagens que o retroprojektor oferece ao professor e ao aluno podemos ainda afirmar que uma demonstração em sala de aula deve ter como propósito principal convidar o aluno ao raciocínio, relacionar as teorias com o que está sendo visualizado e discutir em sala

⁶MATEUS, A. L. M. L. ET alli; **Ciência na tela – experimentos no retroprojektor**. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2009

de aula, isso para que não seja apenas mais uma informação ou um fato recebido passivamente, sem que haja nenhum esforço para a compreensão. E para isso não acontecer é função do professor é engajar os estudantes fazendo com que os resultados sejam uma surpresa e a explicação seja construída em conjunto e não um dado jogado (MATEUS, 2009).

Ao fazer uma revisão de bibliografia entre diversos trabalhos apresentados em congressos e alguns artigos sobre ensino de Química, observa-se que muitos autores de trabalhos sobre experimentos, demonstrativos com abordagem lúdica, concordam que, como citado por Vanin e Kolb, a visão da Química como ciência complexa e desinteressante tem que ser transformada a partir do estreitamento entre esse conteúdo e o cotidiano do aluno. Todos os trabalhos abaixo relacionados apresentam a Química de forma lúdica para alunos de ensino médio num projeto como o “Show da Química”.

Oliveira e colaboradores (2008) relatam que:

“O aprendizado da Química por meio de observações experimentais, modelos visuais e lúdico, contribui para uma melhor formação do aluno do ensino médio e auxilia na desmistificação de que a Química não é uma disciplina difícil e puramente teórica, mas está totalmente relacionada com a prática e se encontra muito mais presente nas nossas vidas.”⁷

Silva e Santos (2008) atribui ao “Show da Química”, desenvolvido por eles na Universidade Federal da Bahia, o objetivo de apresentar a Química de forma lúdica e com embasamento científico para despertar o interesse dos alunos do ensino médio usando experimentos de grande impacto visual e uma coreografia elaborada que exige participação da platéia. Os mesmos ainda reconhecem que o interesse dos alunos é despertado, pois o numero de convites para apresentações em eventos escolares aumentaram.

Perna e colaboradores (2007) ao desenvolverem o projeto “Show da Química”, no Centro Universitário FIEO em Osasco, visam mostrar a importância da Química ao publico de jovens estudantes relatando o grande interesse da platéia e que houve uma maior compreensão

⁷ <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0135-2.pdf>> acessado em 28/08/2009 às 20h13min

dos conceitos e a importância da experimentação demonstrativa para o aluno de graduação como instrumento de ensino.

Soares e colaboradores (2007) realizaram os experimentos em cinco escolas de Goiânia de forma investigativa ao invés de demonstrativa, mas atribuem ao lúdico envolvido com a experimentação um caráter atrativo e motivador para a ciência Química.

Ferrarezi e colaboradores (2006) aplicam o “Show da Química” na cidade de Umuarama no Paraná e enfocam que o trabalho motiva o aluno que assiste e os acadêmicos do curso de Química que participam do projeto atuando como educadores e usufruindo do lúdico e dos experimentos demonstrativos.

Lima e colaboradores (2007) enfatizam em seu trabalho que, outra função do “Show da Química”, desenvolvido por eles na Universidade de Sorocaba em São Paulo, é despertar, entre os alunos, o gosto por temas científicos e aumentar o interesse por cursos superiores de Licenciatura Plena em Química. O trabalho deles enfoca que a experimentação demonstrativa desperta o interesse entre os alunos, independente do nível de escolarização.

O artigo de Arroio e colaboradores (2006) na revista Química Nova sobre o “Show da Química” desenvolvido por eles na Universidade de São Paulo – Instituto de Química de São Carlos – traz inúmeros esclarecimentos sobre o trabalho e aborda com mais profundidade sobre todos os pontos citados como interesse, motivação, desmistificação da Química e compreensão de conteúdo relativo a apresentação lúdica de experimentos. No trabalho há uma defesa sobre a substituição de experimentos investigativos de laboratório, eles, citando Shakhashiri, dizem que:

“Evidentemente os experimentos demonstrativos não devem ser considerados como substitutos de aulas experimentais (...) Durante a realização dos experimentos demonstrativos, os alunos testemunham mudanças químicas que são manipuladas pelo professor. Portanto o professor controla o experimento e explica os objetivos de cada passo e ambos os tipos

de instrução são partes integrantes da educação que deve ser oferecida aos estudantes.” (p.174) ⁸

Os mesmos autores apresentam o relato de um aluno, espectador do experimento, que diz: “Com a apresentação, a Química passa a ser mais próxima e comum, por que a teoria que a gente vê no colégio esconde tudo o que ela tem de interessante” (p. 177)⁴. Com esses e outros depoimentos de alunos os autores concluem que:

“Embora a demonstração de experimentos realizada em nosso projeto não tenha a mesma finalidade pedagógica de atividades realizadas em laboratório, nas quais ocorre uma participação efetiva de alunos, esse tipo de atividade pode ser uma alternativa para a falta de laboratórios na escola”

(...)

“Nesse tipo de atividade, pode-se observar que experimentos demonstrativos despertam habilidades de observações e envolvem os alunos chamando a atenção pela sensibilidade. Cabe ao professor mediar a assimilação do conhecimento vinculado a cada experimento.” (p.177-178) ⁵

Os objetivos dos trabalhos revisados coincidem com os objetivos deste trabalho. Aguardamos que o experimento demonstrativo em questão possa, através do lúdico, agradar os alunos espectadores, ensinando-os sobre os conceitos envolvidos e despertando-os para o interesse na Ciência Química. E também motivar o professor-apresentador a inserir cada vez mais esse despertar para o interesse em sala de aula.

OS PRINCÍPIOS DE QUÍMICA VERDE:

A química e a tecnologia tem sido um dos pilares da moderna civilização por suprirem diversas das necessidades vitais da sociedade e proporcionam diversos benefícios à sociedade. No entanto, para satisfazer esse papel, reconhece-se que a química e a tecnologia química sejam seguras, úteis e desfrutem da confiança das pessoas. O respeito pelo ambiente e a atenção às limitações dos recursos materiais e de energia têm de passar a ser componentes integrais do planejamento, desenvolvimento e aplicação das tecnologias químicas. (MACHADO, 2004).

⁸ ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, K, C.; HOMEM-DE-MELLO, P.; GAMBARDILLA, M.T.P.; SILVA, A. B. F.; *Química Nova*, **2006**, no. 1

Porém as atividades Químicas são relacionadas pelas pessoas aos desastres que estão afetando o meio ambiente, mesmo que outras atividades humanas também contribuam; e para evitar a degradação do ambiente e não parar com as atividades químicas e tecnológicas de produção, foi preciso buscar uma alternativa para evitar ou minimizar a produção de resíduos desde experimentações até atividades industriais. Neste sentido, hoje temos a Química Verde que enfatiza a preocupação com o tipo e quantidade de substâncias usadas como reagentes, o tratamento de resíduos e o descarte correto de rejeitos. Pode-se ver que a literatura relativa ao assunto vem crescendo desde 1991 (Lenardão, 2003).

A preocupação com gasto e uso de determinadas substâncias, sejam bioacumulativas ou não, também foram inseridas nas atividades experimentais de ensino. Para isso, estratégias sobre a mudança ou minimização de determinadas substâncias utilizadas em experimentação em laboratório ou sala de aula vem sendo desenvolvidas por muitos estudiosos no ensino de Ciências. Sobre isso Machado e Mol (2008) descrevem que

“dentre os benefícios alcançados com a diminuição da escala, pode-se destacar a redução da poluição, do nível de exposição aos materiais ou substâncias, do tempo reacional, dos riscos e da severidade dos acidentes, do volume de resíduos gerado e do custo dos experimentos” (p.39)⁹

Assim que o grupo foi formado pelo Prof. Karl Bessler, os experimentos em retroprojeto foram elaborados sempre visando que: o retroprojeto era um recurso disponível em qualquer escola, proporciona uma visualização por um número maior de pessoas, possui uma instrumentação simples e acessível, é fácil de manusear, envolve experimentos com substâncias não-nocivas à saúde do manipulador, economiza o consumo de reagentes e, conseqüentemente, a produção de rejeitos.

Para o presente trabalho, mostraremos como a experimentação em retroprojeto atende os padrões dos princípios da Química Verde. E assim, destacamos, que no experimento em retroprojeto:

⁹ MACHADO, P. F. L. e MÓL, G. S. **Resíduos e rejeitos de aulas experimentais: O que fazer?** *Química Nova na Escola*, n.29, p.38-41, 2008

Em relação aos reagentes e materiais necessários:

- ✓ o uso é minimizado pelo fato de que uma pequena quantidade é suficiente necessária para fazer uma projeção dos fenômenos a serem observados;
- ✓ não causam danos ao ambiente se comparados a outros usados para um experimento similar;
- ✓ não são de natureza tóxica e, portanto, não trazem danos à saúde do manipulador;
- ✓ são de fácil aquisição e baixo custo.

para os produtos, rejeitos e/ou resíduos do experimento podemos salientar que:

- ✓ serão minimizados, visto que os reagentes foram também minimizados;
- ✓ não causam impacto ambiental grave,;
- ✓ não trazem danos ao manipulador.

Portanto, pode-se observar que haverá uma minimização de reagentes e produtos formados comparando com o experimento se realizados individualmente em certa turma de alunos; e os produtos e reagentes envolvidos não causam dano ambiental e ao manipulador. O necessário para a visualização dos efeitos coloridos dos experimentos, que este projeto apresenta, envolve gotas de soluções relativamente diluídas o que também oferece ao professor-apresentador uma facilidade na preparação e montagem do experimento. Por mais essas vantagens apresentamos esse experimento como alternativa para a exploração dos conceitos que envolvem a eletroquímica.

O EXPERIMENTO EM RETROPROJETOR:

Orientados pelo Professor Dr. Karl Bessler, o grupo de alunos de graduação criou uma série de experimentos para visualização em retroprojektor envolvendo conceitos de eletrólise. Para tanto faz uso de diversas soluções com diversos fenômenos coloridos observáveis.

Temos entre os experimentos: a oxidação anódica de iodeto de sódio, decomposição eletrolítica da água e corrosão anódica do ferro.

Podemos citar como vantagens dos experimentos realizados em retroprojektor: instrumentação simples e reduzida, baixo consumo de reagentes e visualização por um número maior de pessoas. Porém, há desvantagens como a limitação para alguns tipos de fenômenos, pois estes devem ser de preferência soluções transparentes e coloridas de evitando o surgimento de manchas escuras na projeção por precipitação ou forte efervescência.

Entre os experimentos, “A oxidação anódica de iodeto de sódio” foi publicado no site <<http://www.pontociencia.org.br>> no dia 29 de agosto de 2008. Em duas semanas passou a ser considerado um dos experimentos destaque do sítio. No ultimo acesso realizado no dia 9 de dezembro de 2009 às 15h40min o experimento contava com 2170 visitas no total e comentários sobre tentativas bem sucedidas da reprodutibilidade do experimento como o do Wellington Borges Fonseca que em 10 de Setembro de 2008 disse: “Ótimo experimento Sr. Ernani, fiz esse experimento no Simpósio de Química da minha faculdade, foram feitas diversas apresentações para alunos do ensino médio, e os que viram adoraram e o chamaram de Eclipse Químico. Excelente experimento, meu parabéns”. O experimento “Decomposição eletrolítica da água” foi publicado, no mesmo sítio, no dia 28 de Novembro de 2008 e em 5 dias obteve a marca de 74 visualizações, o que indica como o experimento é atrativo e desperta interesse. Em uma ultima visita na mesma data realizada ao experimento anterior pode-se observar a marca de 1746 visitas.

É inegável o fato de que o uso do retroprojektor facilita, e muito, a vida de um professor pelo fato de que reduz então o tempo de preparação, o custo dos materiais, o consumo de reagentes e, portanto, a produção de rejeitos. E a projeção alcança a visualização de toda a platéia podendo, então, ser demonstrado para um grande número de pessoas. Além disso, “o

brilho e o valor atribuído ao retroprojektor nos dá uma visibilidade que não possuímos em demonstrações feitas na bancada mesmo quando é usado várias vezes” (tradução nossa)¹⁰.

Esperamos que o presente trabalho possa trazer, portanto, diversas contribuições para os professores da área proporcionando mais uma opção alternativa para ensinar aos seus alunos os conceitos de eletroquímica, de forma lúdica, lembrando que não é equivalente ao experimento investigativo em termos de aprendizagem, porém que venha aumentar a aprendizagem e o interesse do aluno em relação à disciplina e à Ciência de forma geral, comparado a uma aula puramente expositiva.

¹⁰ SHAKHASHIRI, B. Z. **Chemical Demonstrations – A Handbook for Teacher of Chemistry**. The University of Wisconsin Press: Madison, 1992, vol. 4, (p.xvi)

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

Este trabalho expõe os experimentos que foram desenvolvidos e apresentados e comporta a análise da aplicabilidade destes para alunos universitários e de ensino médio. Considerando como aspectos a importância do ensino lúdico como relevante presença em aulas de química, o princípio de química verde do experimento e a exploração dos conceitos de eletroquímica através de demonstrações de efeitos coloridos e chamativos.

O projeto teve como questão central da investigação sobre a contribuição dos experimentos apresentados em retroprojektor e a importância do lúdico nas aulas de química visto que esta é uma expectativa que os experimentos podem oferecer. Algumas questões sobre como abordar, quais vantagens e desvantagens do experimento foram observadas para o enriquecimento da descrição do método em análise. A análise dos resultados foi dado em função da investigação acerca de como o público reage e assimila o que foi tratado na apresentação; as vantagens do recurso utilizado; e, a opinião direta desses espectadores obtidos através de um questionário aplicado após as apresentações.

A pesquisa pode ser classificada como empírica no que se refere a investigar a posição dos alunos em relação a apresentação dos experimentos e descrição das características do que está sendo abordado – a experimentação em retroprojektor e o lúdico – que acabou resultando em uma visão panorâmica acerca dos temas em estudo. Também se trata de conhecer como fenômenos reproduzidos de forma controlada, para um determinado público selecionado, podem contribuir para minimizar as resistência à aprendizagem de Química .

O público alvo, inicialmente, foram os alunos do primeiro semestre do curso de licenciatura em Química da Universidade de Brasília, submetidos a assistirem a apresentação deste trabalho na disciplina de Introdução ao Curso de Licenciatura em Química, neste caso

são alunos interessados por Química. Outro perfil possui o segundo público alvo, pois eram alunos de 2º e 3º ano de ensino médio de uma escola pública do Distrito Federal. Estes alunos na maioria, se enquadram entre aquelas pessoas que consideram a ciência difícil e desinteressante.

A abordagem para cada turma de alunos no momento da apresentação foi diferenciada.

Para os alunos do curso de graduação em licenciatura, além do conteúdo de eletroquímica foi dado certa ênfase para as vantagens do método em relação à Química Verde, ao ensino em abordagem lúdica. Nossa expectativa foi a de que eles pudessem por abstração extrapolar vantagens além do informado, o que procuramos verificar por meio das perguntas existentes no questionário (anexo II).

Para os alunos de ensino médio a apresentação teve um outro caráter, relacionado somente ao conteúdo de eletroquímica, assim, importou saber como a estratégia de apresentação de experimentos em retroprojektor facilitou a aprendizagem dos fenômenos que ocorrem durante as eletrólises especificadas, e se os eles gostaram da apresentação.

MATERIAIS DE APLICAÇÃO:

1. ROTEIRO DOS EXPERIMENTOS

Os roteiros dos experimentos são apresentados no anexo I. As apresentações para a coleta de dados foram realizadas como relatado no roteiro, utilizando de todos os materiais e substâncias apontados.

Para montagem dos experimentos, os materiais utilizados podem ser modificados sempre quando necessário de acordo com o que o professor-apresentador tiver ao seu alcance. A substituição dos indicadores citados é possível desde que o efeito observado seja adequado para a explicação microscópica do experimento. Nas eletrólises cujos roteiros citam mais de

um indicador para o surgimento dos efeitos coloridos, não haverá prejuízo do processo de ensino-aprendizagem se apenas um dos indicadores for utilizado, caso os outros não estejam disponíveis ou acessíveis, cabe ao professor-apresentador relacionar efeitos com outras reações possíveis de acontecer.

2. TRANSPARÊNCIAS

A apresentação deve ter algum veículo que possa orientar os alunos de uma melhor forma e que não os faça se perderem apenas com explicações orais. Para isso textos explicativos ou tópicos usados como organizadores são essenciais. Para que conceitos de reações de óxido-redução, pilhas e eletrólise sejam apresentados aos ouvintes sem que essa parte seja cansativa por estar somente na fala do apresentador, os textos podem ser colocados numa transparência para retroprojektor ou em slides para apresentação em data show. Aqui apresentamos uma sugestão no Anexo II de transparências onde os textos podem ser reescritos em slides para apresentações em data show.

Como o experimento necessita de explicações sobre o que ocorre microscopicamente em relação ao que é observado, e estes são compostos por modelos representacionais, a projeção torna-se um veículo para que essas representações possam ser mostradas. Reações, semi-reações, eletrodos, soluções, título do experimento, etc, podem ser indicados na projeção simultaneamente com a evolução dos efeitos coloridos do experimento, como se fossem legendas. Para isto podem ser usadas em forma de transparências para serem colocados nos momentos oportunos. Dessa forma têm a função de guiar o espectador sobre o que está ocorrendo no momento da execução do experimento.

As transparências utilizadas durante a apresentação do experimento não necessitam ocupar uma folha inteira. Podem ser apenas retângulos de tamanho médio para oportunamente serem projetados. E para dar mais dinamismo à apresentação recomenda-se que as reações

que possuam mais de um indicador tenham reações e semi-reações impressas indicando a cor que surge no experimento de acordo com o indicador utilizado.

3. QUESTIONÁRIO

Finalizada a apresentação os alunos responderam a um questionário, que estão apresentados nos anexos III, IV e V. O questionário aplicado teve como objetivo captar o que entenderam sobre o assunto após a experimentação. O questionário para os alunos de graduação diferiu do questionário dos alunos de ensino médio, pois a abordagem foi diferente visto que o público alvo possui uma formação também diferente.

O questionário para os alunos de Licenciatura em Química buscou dados sobre a sensação obtida ao visualizar os experimentos, identificando se as informações proporcionaram novas aprendizagens sobre os fenômenos eletroquímicos, a aceitação da proposta de experimentos por apresentação em retroprojektor, a viabilidade de reprodução da proposta, vantagens e desvantagens da proposta em relação ao consumo de reagentes e produção de produtos.

O questionário para os alunos de 3º ano, foi aplicado durante a regência do estágio e diferiu pelo fato de que a apresentação teve como objetivo principal ilustrar conceitos eletroquímicos, conteúdo já visto. Neste sentido, o questionário focou as condições de semi-reações e reação global, aceitação da atividade e contribuições para aprendizagem.

A apresentação repetiu-se para as turmas de 2º ano do ensino médio, após o estudo de eletroquímica, porém pelo fato de que as questões para a turma de 3º ano já terem sido aplicadas e verificando que estas estavam relativamente difíceis, ao questionário foi alterado. Neste caso foram incorporadas outras questões mais abrangentes, sobre evidência de uma reação química observadas pelos efeitos coloridos e a abrangência do fenômeno pelo crescimento das manchas coloridas.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

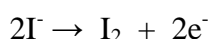
Quatro apresentações foram feitas seguindo o modelo aqui apresentado, a uma turma de 3º ano do ensino médio do Centro de Ensino Médio Elefante Branco (CEMEB), duas turmas de 2º ano da mesma escola e a uma turma de calouros do curso de Licenciatura em Química da UnB, com a preocupação de que não só fosse uma relação unilateral, mas que houvesse participação dos alunos respondendo perguntas feitas por mim e fazendo perguntas sobre o conteúdo em geral. Todos os experimentos com todos os indicadores citados nos roteiros foram apresentados. Após as apresentações - de aproximadamente 1 hora e 20 minutos para os alunos de graduação e terceiro ano e de aproximadamente 40 minutos para os alunos de 2º ano de ensino médio - os alunos foram submetidos aos respectivos questionários relacionado. Não houve em nenhum dos casos demora no tempo de resposta das questões.

DISCUSSÃO DOS EXPERIMENTOS APRESENTADOS

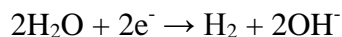
Os experimentos apresentaram os seguintes resultados em termos de efeitos coloridos:

Eletrólise de Iodeto de Sódio

No anodo houve o surgimento da coloração castanha que corresponde a Iodo elementar. Isso ocorre, pois na superfície do anodo (pólo positivo) é favorecida a oxidação de íons iodeto para iodo elementar como na equação que se segue.



No catodo pode-se observar uma efervescência que se trata da redução eletrolítica da água (já que os cátions de sódio não têm potencial para sofrer redução) com a formação de hidrogênio gasoso e íons hidroxila (OH^-). A reação que ocorre é a seguinte:



Para os alunos foi demonstrado que isso está correto pela efervescência que aparece como sombra na projeção e pela adição de fenolftaleína próximo ao catodo conferindo então a coloração rósea característica do indicador em meio básico.

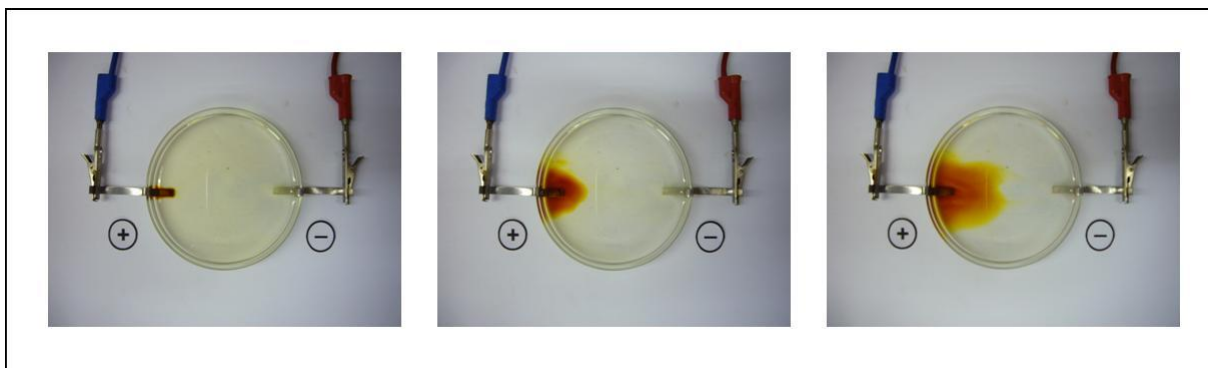
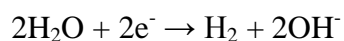


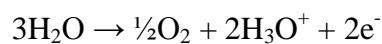
Figura 1. Sequencia de imagens do experimento “Eletrólise de Iodeto de Sódio”. Pode-se observar o surgimento da coloração castanha no anodo proveniente da oxidação do ânion iodeto.

Decomposição Eletrolítica da Água

O pólo negativo (catodo) é fornecedor de elétrons, portanto apresenta a propriedade química redutora. Nele a água é reduzida com formação de gás hidrogênio e íons hidroxila. A solução torna-se básica pela formação de íons hidroxila:



O pólo positivo (anodo) é consumidor de elétrons, portanto tem a propriedade química oxidante. Nele a água é oxidada com formação de gás oxigênio. A solução torna-se ácida pela formação de íons hidrônio:



Na superfície de cada um dos eletrodos pode ser observado o surgimento da coloração característica da cada indicador acido-base no respectivo meio básico ou ácido obtido no catodo e no anodo.

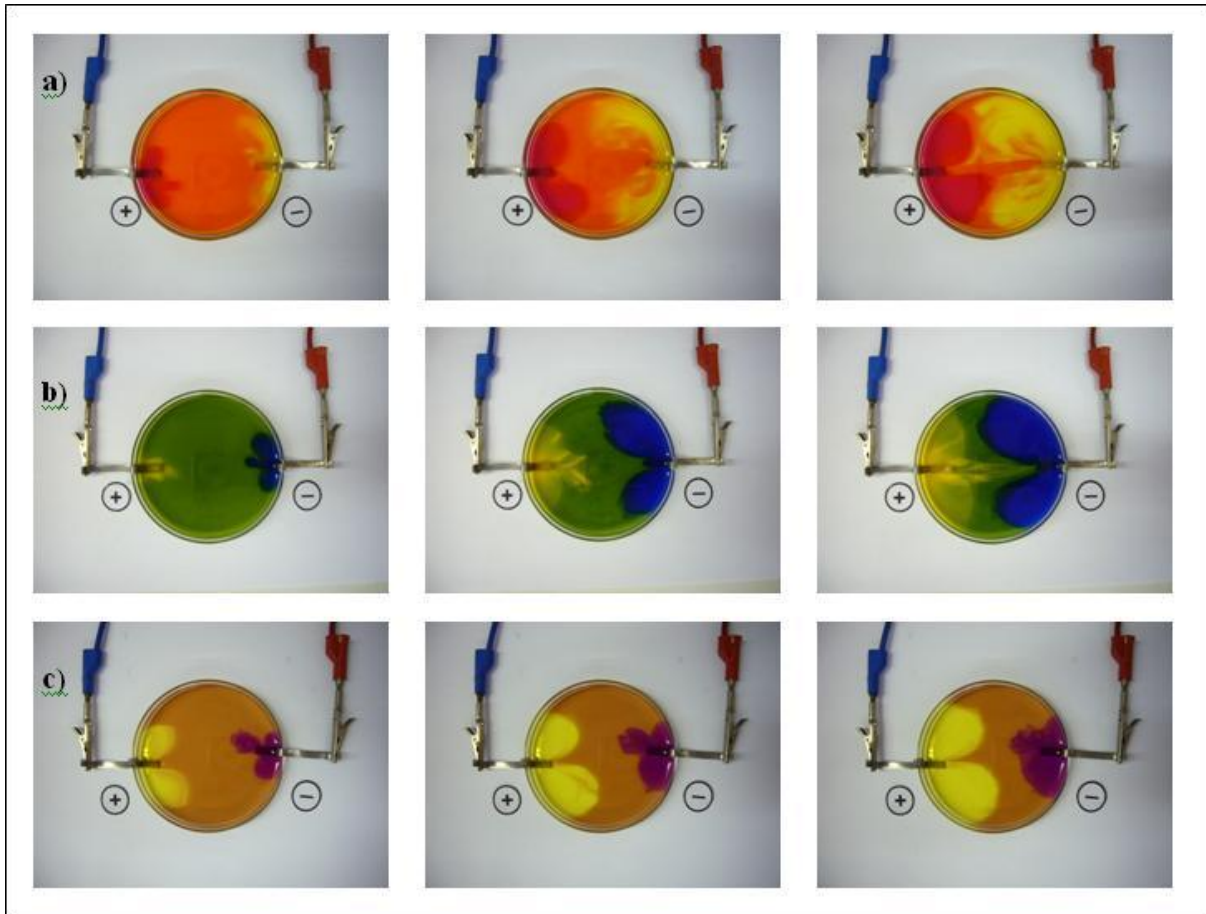
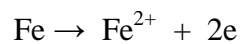


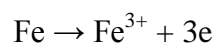
Figura 2. Mostra sequencias dos experimentos “Decomposição Eletrolítica da Água”. Onde há formação de íons H^+ no anodo e íons OH^- no catodo. Para isso podem ser usados diversos tipos de indicador ácido-base: a) vermelho de metila, b) azul de bromotimol e c) alizarina S.

Corrosão Anódica do Ferro

No anodo haverá o surgimento da coloração correspondente ao composto formado entre o íon de ferro que foi oxidado (seja Fe^{2+} ou Fe^{3+}). Isso ocorre, pois na superfície do anodo (pólo positivo) é favorecida a oxidação dos átomos de ferro metálico para íons de ferro como na equação que se segue.



Ou,



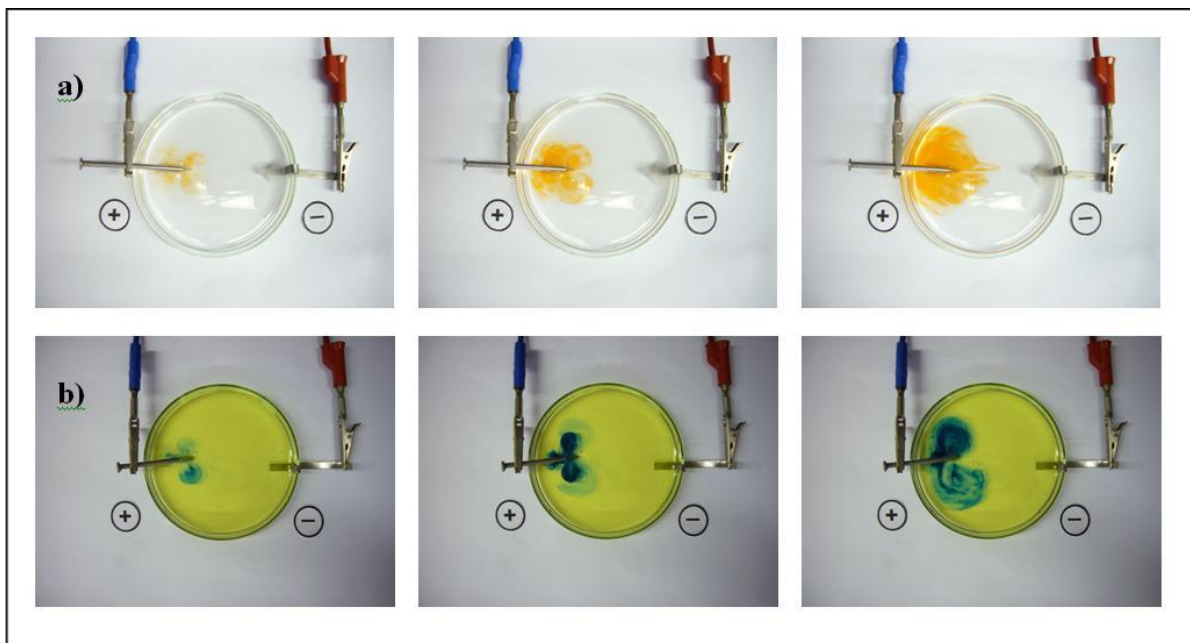


Figura 3. Imagens das sequencias do experimento “Corrosão Anódica do Ferro”. Aqui pode ser observada a formação de complexos coloridos pela formação de íons Fe^{2+} no anodo que não reagem com íons Fe^{3+} . a) orto-fenantrolina e b) hexacianoferrato(III) de potássio

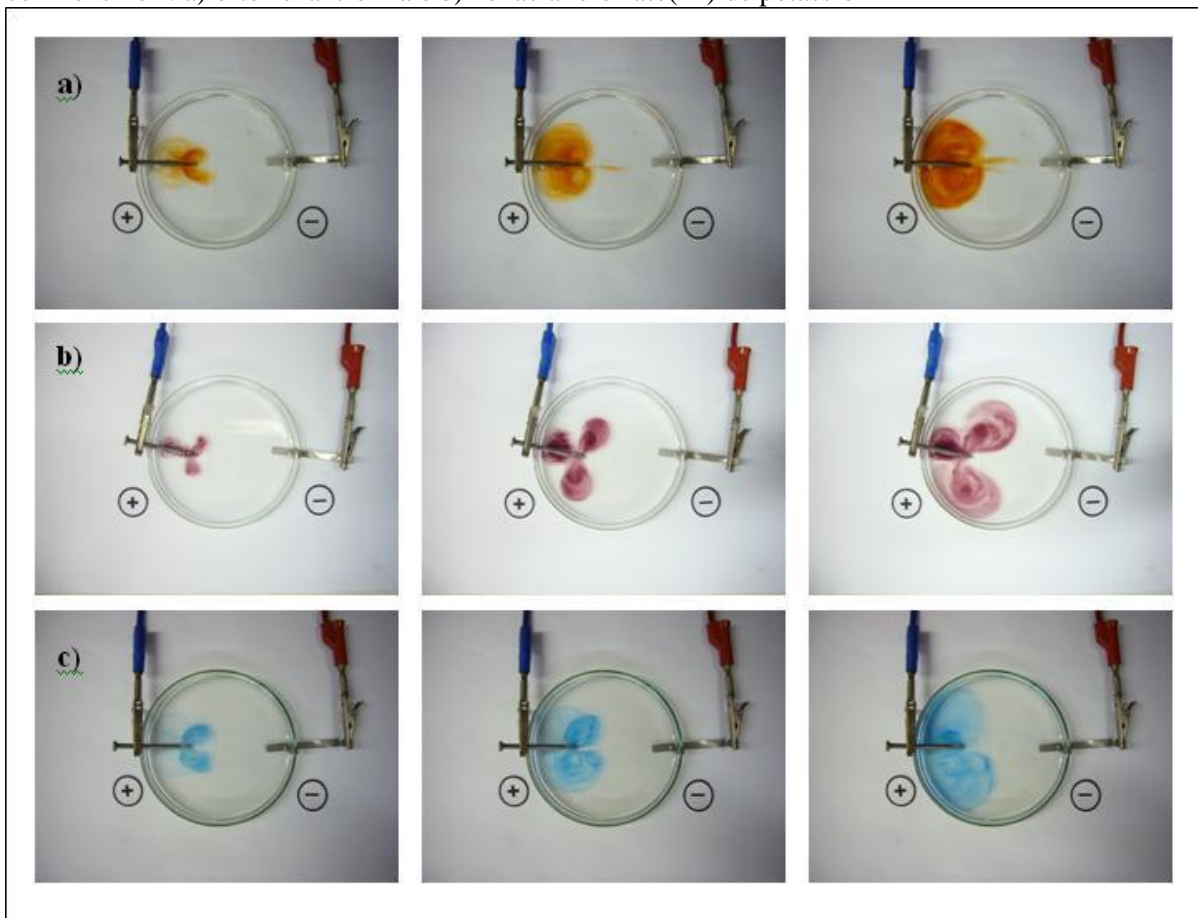
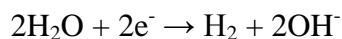


Figura 4. Imagens das sequencias do experimento “Corrosão Anódica do Ferro”. Aqui pode ser observada a formação de complexos coloridos pela formação de íons Fe^{3+} no anodo que não reagem com íons Fe^{2+} . a) tiocianato de amônio, b) ácido sulfossalicílico e c) hexacianoferrato(II) de potássio

No catodo pode-se observar uma efervescência que se trata da redução eletrolítica da água (já que os cátions de sódio não têm potencial para sofrer redução) com a formação de hidrogênio gasoso e íons hidroxila (OH^-). A reação que ocorre é a seguinte:



A adição de algumas gotas de fenolftaleína, indicador ácido-base, pode comprovar a existência dos íons hidroxila na solução próxima ao eletrodo que funciona como catodo evidenciando, portanto, a existência do meio básico.

CONTEXTO DOS ALUNOS CALOUROS DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Os 15 alunos que ingressaram no curso de Licenciatura em Química na Universidade de Brasília no segundo semestre do ano de 2009, e 13 assistiram a apresentação em retroprojektor durante uma aula da disciplina “Introdução ao curso de Licenciatura em Química”, portanto, foram recolhidos 13 questionários. Uma semana antes da apresentação estive na aula a pedido do professor Ricardo Gauche para dar um seminário sobre oportunidades na UnB e foi quando ocorreu um primeiro contato com os alunos. São alunos interessados, empolgados e bastante atenciosos. A apresentação em retroprojektor foi prazerosa para apresentador e platéia, houve uma boa interação e as reações de surpresa que eles demonstravam eram, às vezes, cômicas.

RESPOSTA DOS ALUNOS CALOUROS DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

As respostas dadas pelos alunos foram animadoras. Todos relataram que gostaram da aula em retroprojektor citando vantagens como: praticidade, estímulo a criatividade e despertar do interesse. Exaltam o fato de contribuir com a visualização dos experimentos, ligando a teoria à prática e citam sempre que acham necessário algum dos efeitos observados na

apresentação em uma das respostas no questionário. Um questionário possui a seguinte resposta:

“A apresentação foi bastante esclarecedora, a qual nos promoveu alguns conceitos básicos acerca da eletroquímica. A parte que mais gostei foi a da oxidação do ferro e suas ligações, promovendo cores diferentes”.

A seguinte tabela relaciona o número de alunos em relação à pergunta se a apresentação proporcionou novas aprendizagens.

| Número de alunos | Respostas |
|------------------|------------------------------------|
| 9 | Aprenderam novos conceitos |
| 5 | Relembaram conceitos já esquecidos |
| 1 | Não responderam |

Tabela 1: Respostas relacionadas à pergunta “A aprendizagem proporcionou novas aprendizagens para você?”

Nove alunos afirmam que aprenderam novos conceitos sobre eletroquímica graças a essa apresentação, já que possivelmente não aprenderam, não fixaram ou não viram no ensino médio. Cinco disseram que a apresentação foi importante também tanto para lembrar como para fixar conceitos que já haviam sido esquecidos.

| Número de alunos | Visualização dos experimentos com seus efeitos |
|------------------|--|
| 6 | Oportunidade de ver fenômenos químicos |
| 4 | Atendimento a um maior número de pessoas |
| 4 | Possibilita maior concentração dos alunos na aula |
| 4 | Possibilidade de realização pela ausência de recursos permitindo ocorrer em locais com poucos recursos |
| 4 | Recurso acessível |
| 3 | Destacaram a dinâmica da explicação pelo apresentador |

Tabela 2. Respostas em relação às vantagens da apresentação em retroprojektor.

Como vantagens, foi relatado que, além de dar ao aluno uma melhor visualização dos efeitos, a apresentação e o experimento no retroprojektor atendem um maior número de

pessoas, que podem acompanhar os fenômenos químicos ao vivo e de forma dinâmica pela explicação do apresentador, fixando assim de melhor forma a concentração do aluno na aula apresentada, além de que para essa apresentação são necessários recursos que, mesmo para os professores sem condições, são muito acessíveis. Frases podem ajudar a ilustrar a tabela

Pelas respostas podemos afirmar que alguns objetivos do trabalho foram reconhecidos pelos alunos de forma indireta que é a aula em retroprojektor como recurso alternativo de aulas expositivas e os princípios de Química Verde (atendimento a um maior número de pessoas, ser um recurso barato, envolvendo poucos reagentes) assunto que foi tratado durante a apresentação.

Outro ponto de vista abordado em relação à pergunta “Gostaria que outros conteúdos fossem abordados da mesma maneira” é que os alunos sentem a necessidade de que mais conteúdos possam ser abordados pela mesma metodologia para que a demonstração de experimentos ajude no aumento do interesse e na aprendizagem pelos alunos de forma geral. Isso se relaciona um pouco pelo fato de quase todos relatarem nunca terem assistido um experimento demonstrativo no retroprojektor e que este é uma boa estratégia para sala de aula.

Ao perguntar se os experimentos poderiam ser reproduzidos por eles, os alunos reconhecem que o provável obstáculo que seria encontrado para a reprodução seria uma preparação conceitual prévia, pois se sentiriam inseguros para apresentar conceitos e até mesmo o experimento se não o estudassem antes. Apenas dois dizem que encontrariam obstáculo em relação ao material necessário, isso ocorreu talvez por não compreenderem que os materiais podem ser substituídos por outros dependendo do recurso que o professor possuir.

Ao perguntar sobre qual reação que poderia ser esperada por alunos de ensino médio ao assistirem uma apresentação como esta, nove dos alunos acham que a apresentação e o experimento em retroprojektor poderá despertar entusiasmo, curiosidade, interesse, surpresa

nos alunos e que, conseqüentemente, levaria a um maior aprendizado por parte dos alunos. Em um questionário havia o relato de que se alguma explicação do experimento ficasse confusa para o aluno o efeito poderia talvez ser contrário ou apenas ilustrativo.

Os calouros, por fim, foram indagados sobre o funcionamento da eletrólise e os materiais necessário para tal. Sete dos alunos, responderam essa pergunta corretamente, porém quatro ainda responderam de forma incompleta e três responderam de forma errônea sobre alguns conceitos. Um ainda relacionou o fato de que sempre uma eletrólise terá efeitos coloridos. A essas pequenas falhas devo a minha apresentação que poderia ter sido, portanto, um pouco mais esclarecedora.

CONTEXTO DOS ALUNOS DE 3º ANO DE ENSINO MÉDIO SUBMETIDOS À AULA EXPERIMENTAL

Os alunos da turma ‘G’ do 3º ano do ensino médio do Centro de Ensino Médio Elefante Branco (CEMEB), turma onde fiz regência durante o estágio em ensino, já tinham estudado os conceitos de eletroquímica quando estavam no segundo ano. Para este semestre a professora deixou a cargo dos alunos escolherem o conteúdo a ser ministrado por mim, pois alegou que toda a matéria de Ensino Médio já foi ministrada por ela na escola. Eles escolheram esse assunto entre Eletroquímica, Termoquímica e Reações Orgânicas. A escolha de eletroquímica para regência se deu, porque eles dizem que a professora não aprofundou muito no ano anterior. Então, eletroquímica foi escolhida pelos alunos para ser ministrado por mim para a turma, como também exigido pela disciplina de “Estágio em ensino de Química 2” no 4º bimestre de 2009. A aula em retroprojeto foi aplicada a eles como organizador-prévio – introdutório à matéria de eletroquímica. Um ‘porém’ que existe nessa turma é que os alunos poderiam mostrar desinteresse ao assunto, pois todos já estavam aprovados na disciplina Química no ano letivo de 2009 e a nota que eles obtivessem no bimestre não iria acarretar numa reprovação. Esse fato levou os alunos a não aparecerem às salas de aula, que

de costume, no final do ano estavam presentes por volta de 50% dos alunos. Desta forma a participação não foi de toda a turma, mas também não houve um boicote por todos os alunos. O questionário aplicado a estes alunos pode ser visto no anexo IV. Durante a apresentação muitos escreveram o que eu falava, outros prestavam bastante atenção e alguns dormiram, mas esse comportamento por parte de alguns deles já era esperado, pois foi condizente com o comportamento de todo o semestre.

RESPOSTAS DOS ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Dos 41 alunos matriculados na turma, 33 foram assistir à aula naquele dia e apenas 22 alunos me entregaram o questionário preenchido. O fato é que seis alunos boicotaram o questionário, não respondendo ou copiando de outros já que não valeria nota, porém esse fato não prejudicou a coleta e análise de dados, pois apenas um grupo de cinco alunos fez isso e os dados duplicados não foram computados.

Os alunos assistiram com certo interesse a experimentação. Um ou outro fizeram perguntas sobre o experimento e os conceitos que eu apresentava, e quando eu realizava perguntas somente alguns respondiam.

Ao responderem o questionário, 17 alunos enfatizam que os materiais necessários para a realização da eletrólise eram a solução eletrolítica e uma fonte de corrente, sem especificar sobre ser a fonte de corrente a elétrica. Somente 13 se referem aos eletrodos, citando o prego de ferro como único eletrodo utilizado na eletrólise, sendo que nos outros experimentos os eletrodos utilizados eram os de aço inox.

Na questão que solicitava escolher uma das eletrólises e descrevê-la: cinco não descreveram; os que tentaram redigir algo confundiram efeitos ou escreveram parcialmente. Apenas três foram os que escreveram corretamente indicando as equações e conceitos relacionados.

Na pergunta “O que achou? O que mais gostou?” é opinião dos alunos que a parte experimental da aula é muito atrativa e interessante. Eles exaltam os efeitos coloridos e os desenhos formados e quando acham oportuno, citam um dos experimentos que mais gostaram e o mais citado, por exemplo, é a decomposição eletrolítica da água. Seis alunos são mais abrangentes e simplesmente escreveram que gostaram de tudo. Os alunos escreveram ainda sobre o fato de a experimentação ter contribuído para a aprendizagem, confirmando o fato de uma aula prática em sala de aula, mesmo sendo demonstrativa, age como facilitador para as aulas teóricas, principalmente pelos efeitos visuais que chamam a atenção. Algumas respostas muito interessantes podem ser citadas, como:

“Desconhecia qualquer tipo de informação sobre essa matéria, e em um dia pude aprender bastante coisa.”

“A apresentação visual torna o experimento mais vigoroso e atrativo. O que contribui para a recepção de tal assunto.”

“As experiências foram bem interessantes, o que facilita a aprendizagem e a fixação do conteúdo. O que eu mais gostei foi das cores na solução eletrolítica.”

Contribuiu muito para minha aprendizagem, analisar praticamente as experiências, não ficando somente na teoria.”

Novamente considero que, o erro conceitual que os alunos deram em determinadas questões, como por exemplo, os materiais necessários à realização da eletrólise e algumas das semi-reações questionadas deve-se a apresentação que deveria ter sido mais esclarecedora. As apresentações posteriores foram preparadas com atenção especial para que determinadas falhas não se repetissem.

ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO SUBMETIDOS À AULA EXPERIMENTAL

Durante este semestre no “Elefante Branco”, outros dois estagiários de Química estavam em sala de aula, e estes, também escolheram eletroquímica para ser o conteúdo estudado no quarto semestre. Ao elaborarmos o plano de unidade, concordamos que, para o

segundo ano, o experimento deveria ser aplicado na última aula como forma de revisão sobre eletroquímica. As duas turmas, de segundo ano, têm contextos muito diferentes, como pude observar durante a apresentação e por conversas com a professora e os estagiários, e por isso serão analisados de forma separada. O questionário aplicado para estes alunos também foi modificado, acrescentando questão relacionada a evidência de reações, e pode ser visto no anexo V.

A apresentação para essas turmas foi realizado em apenas um horário, e, portanto, organizei de modo que apenas um experimento dos que possuem mais de um indicador fosse realizado a saber: “Decomposição Eletrolítica da Água” e “Corrosão Anódica do Ferro” apenas com um dos indicadores citados no trabalho.

Contexto dos alunos do 2º ano H

A estagiária da turma havia afirmado que os alunos eram muito calados e algumas vezes faziam a aula ser cansativa. A professora confirmou o fato em uma das nossas conversas dizendo que a estagiária sofria um pouco na tentativa de fazer uma aula mais dinâmica e dialógica com os alunos.

O fato foi confirmado. A primeira pergunta que fiz durante a apresentação, teve por resposta um silêncio que era quebrado pelo som do ventilador da sala de aula, mas com o tempo consegui fazer com que os alunos respondessem algumas perguntas básicas do experimento. A estagiária permaneceu na sala durante a apresentação e sempre que podia ajudava os alunos em alguma das respostas tentando incentivá-los a responderem algo. No total 24 alunos responderam ao questionário.

Respostas dos alunos do 2º ano H

Em relação às evidências macroscópicas de reação química, 11 alunos responderam que era dada pela mudança de coloração, e oito responderam a formação de gases, alguns alunos responderam algo incoerente e/ou ilegível e dois alunos não responderam.

Quanto à função do indicador, quatro alunos disseram que a função era indicar acidez ou alcalinidade, quatro alunos responderam indicar reação, três alunos citaram elétrons, um aluno respondeu aumentar oxidação e sete alunos não responderam. A resposta esperada para essa pergunta realmente era que o indicador tinha a função de indicar a produção de determinado íon na solução eletrolítica, não necessariamente H^+ ou OH^- , pois no experimento “Corrosão anódica do ferro”, indicadores eram usados para indicar os íons Fe^{2+} ou Fe^{3+} .

Ao serem indagados sobre o aumento das manchas coloridas na projeção, 15 alunos responderam que era uma indicação da ocorrência da oxidação, quatro responderam que era devido à continuidade da reação, dois alunos responderam que o responsável eram os eletrodos e quatro alunos não responderam. Nessa pergunta a resposta esperada era a migração de íons formados na superfícies dos eletrodos que são atraídos pelos eletrodos opostos, porém a resposta de que o aumento das manchas é resultado da continuidade da reação, indicação do acontecimento da reação ou continuidade no fornecimento de energia elétrica não são consideradas respostas errôneas.

Ao falarem sobre os materiais e soluções necessários para se fazer uma eletrólise, 19 alunos citaram eletrodos, 16 alunos citaram fonte de energia e 15 alunos citaram solução eletrolítica, dois responderam água, provavelmente relacionado com a “Decomposição Eletrolítica da Água”, dois alunos foram abrangentes e responderam materiais, e três alunos não responderam. Na tabela a seguir, relacionamos as respostas em conjunto:

| Número de alunos | Materiais para ocorrer uma eletrólise |
|-------------------------|---|
| 15 | Eletrólito, eletrodo e fonte de corrente contínua |
| 2 | Elementos ou substancias |
| 2 | Eletrodos (anodo e catodo) |
| 1 | Cita substancias |
| 1 | Água |
| 1 | Energia elétrica |
| 1 | Não respondeu |
| 2 | Resposta confusa |

Tabela 3. Respostas dos alunos quanto à pergunta: “O que é necessário para se realizar uma eletrólise?”

Sobre a questão que os alunos deveriam citar um dos experimentos realizados, 19 alunos não responderam, deixando a questão em branco. Dois citaram uma solução eletrolítica, dois citaram semi-reações, um citou eletrodo, um citou o fenômeno de oxidação e redução e um aluno escreveu de forma incoerente.

Ao serem indagados sobre terem gostado da apresentação 22 alunos disseram que gostaram e dois não responderam claramente. Entre as citações, as cores são o que mais agradam os alunos, sendo citado por seis alunos. Três alunos gostaram mais do experimento, e os outros citaram maior visualização, explicação do professor, novidade, desperta interesse e age como facilitador.

Sobre a apresentação ter contribuído com a aprendizagem, apenas um aluno afirmou que não, os outros 23 alunos responderam que sim. Citaram que aprenderam mais palavras e termos (dois alunos), conceitos novos (quatro alunos) e que o experimento agiu como facilitador para o entendimento dos conceitos já estudados (5 alunos). Entre as respostas para essas duas ultimas perguntas destacamos as seguintes:

“Foi apresentado reações e experiências por mim desconhecidas, do mesmo modo que eu não sabia que por meio da corrente elétrica podem ocorrer transformações”

“A aula foi boa e despertou mais o meu interesse. As experiências feitas em sala de aula foram muito boas.”

“Achei muito bom trazer novas coisas para sala de aula.”

“Achei interessante pelo fato de que ao fornecer eletricidade muda-se as cores.”

Contexto dos alunos do 2º ano J

Ao contrario da turma H, este segundo ano de acordo com a professora e o estagiário os alunos são agitados e bagunceiros. O estagiário afirma que algumas vezes não conseguiu dar aula como queria e nem alcançou os objetivos que esperava, pois a turma era “difícil”.

Durante a apresentação, passado um período de adaptação, os alunos, respondiam as perguntas sempre que indagados, principalmente porque houve diversas tentativas por minha parte, para que a apresentação não passasse a ser mais uma aula expositiva com experimento. A participação foi principalmente vinda dos alunos que sentavam no fundo da sala, que eram ditos os mais agitados, eram estes os mais interessados. A aula, porém aconteceu no ultimo horário de uma quarta feira. Ao terminar de explicar faltavam exatamente 7 minutos para que o sinal tocasse. Distribuí o questionário, disponível no anexo V aos alunos, que ao receberem diziam que não iria dar tempo de responder e que não iriam fazê-lo. Depois de dizer o quanto isso era importante para o meu trabalho e que muito do que eu havia explicado ainda estava escrito no quadro, eles mudaram de postura e começaram a responder. No total, 21 questionários foram coletados.

Resposta dos alunos do 2º ano J

Ao serem indagados sobre a evidência macroscópica de reação química, nove alunos não responderam e dez alunos responderam que era a mudança de coloração da reação.

Apenas um aluno colocou que o desprendimento de gás era uma evidencia macroscópica. Dois alunos responderam de forma ilegível.

Sobre os indicadores, 16 alunos responderam que a função era indicar acidez ou alcalinidade da solução, Quatro alunos não responderam e apenas um respondeu que o indicador serve para indicar uma reação, o que não está incorreto, pois no experimento a função do indicador é indicar o produto das reações de oxidação ou redução que estão ocorrendo.

| Número de alunos | Função do indicador |
|-------------------------|---|
| 16 | Indicar acidez ou alcalinidade da solução |
| 4 | Não responderam |
| 1 | Indicar reação |

Tabela 4. Respostas dos alunos do 2º J em relação a função do indicador

Sobre o aumento das manchas coloridas houve respostas mais variadas. Oito alunos responderam que elas indicavam a reação e/ou a continuidade dela, comparando que a mancha aumenta devido, portanto, a continua produção de substancias. Três alunos relacionaram com o recebimento de energia e dois relacionaram com transferência de elétrons. Cinco alunos não responderam. Apenas um citou a migração de íons.

Em relação aos materiais e soluções para a realização de uma eletrólise,

| Número de alunos | Resposta |
|-------------------------|---|
| 8 | Fonte de corrente , eletrólito e solução eletrolítica |
| 4 | Água |
| 1 | Eletrodos e Fonte de corrente |
| 1 | Fonte corrente, água e indicadores |
| 7 | Não responderam |

Tabela 5. Respostas dos alunos em relação aos materiais para se realizar uma eletrólise.

A questão que pede para que os alunos citem uma eletrólise e descreva sobre os processos, 16 alunos deixaram a questão em branco, talvez por ser a mais difícil do questionário. Cinco alunos citaram alguma das soluções eletrolíticas usadas e três alunos descreveram alguma das semi-reações.

Sobre gostar da apresentação, nenhum aluno disse que não, 16 alunos responderam que sim e cinco deixaram-na em branco. Entre as citações deles estão as cores (9 alunos) como o mais citado entre o que eles gostaram. Os outros responderam o experimento (dois alunos), indicador (um aluno), criatividade (um aluno) e novidade (um aluno).

Por fim, ao serem indagados sobre o que a apresentação contribuiu para a aprendizagem, todos responderam que sim, cinco responderam que o experimento agiu como facilitador do conteúdo, cinco responderam que a explicação do conteúdo deixou os conceitos mais claros e dois reconheceram que tiveram o interesse despertado. Algumas respostas interessantes sobre essas duas ultimas perguntas do questionário estão abaixo relacionadas:

“Eu achei muito criativo e interessante, gostei de tudo.(...) Foi uma forma fácil de entender pela explicação.”

“Trazer inovações às aulas sempre causa impacto e interesse aos alunos.”

“Os experimentos foram legais, mas a da identificação do ácido e da base foi o melhor. (...) É mais fácil aprender vendo acontecer (na prática) do que só na teoria.”

“Gostei das cores mostrando a oxidação e a redução”

“Gostei mais do primeiro experimento, em que houve a oxidação de iodeto”

Mesmo que agitados e com pressa de ir embora, esse alunos responderam as questões de forma mais coerente do que era esperado.

CONCLUSÃO

Até o momento podemos concluir que a aplicação da apresentação é um meio alternativo para salas de aula, apesar de não substituir a importância de uma aula prática investigativa em laboratório. Os princípios de Química Verde que são respeitados pelo experimento e aumentam seu valor como material de ensino. O lúdico entra como protagonista em despertar o aluno para o que se é ensinado e para a Química de modo geral. Os roteiros apresentados como materiais de ensino são apenas básicos. Cabe ao professor-apresentador usar uma linguagem de forma que a aprendizagem do aluno seja plena e que haja uma preocupação em despertar o interesse do aluno em relação à Química e as ciências correlacionadas.

Com os questionários apresentados pudemos ver que muitos alunos se sentiram atraídos pelos experimentos. Nas apresentações, a participação dos alunos, mesmo que pareçam poucos, nos leva a entender como eles são carentes de aprender algo que esteja relacionado com o cotidiano ou que eles possam relacionar com algum efeito ou acontecimento natural.

Com esse trabalho enfatizamos, portanto a utilidade e praticidade do experimento de eletrólise em retroprojeter como bom material de ensino, podendo ser aplicado desde em sala de aula até em uma apresentação não-formal. E enfatizamos a facilidade de aplicação, o envolvimento de materiais simples e acessíveis, e substâncias que não são nocivas ao manipulador (obedecendo os princípios de Química Verde).

A importância da reprodutibilidade do experimento em sala de aula é sustentada também pelo fato de que os efeitos coloridos instigam a curiosidade do aluno, prendendo sua atenção ao experimento e levando-o a não somente absorver os conceitos demonstrados, mas também aumentar seu interesse pelo estudo e pela disciplina convidando-os “ao raciocínio, provocando-os a coordenar as observações com os modelos e teorias apresentados e

discutidos em sala de aula” (MATEUS, 2009, p.12) e seduzindo-os ao aprendizado de conceitos tão abstratos que envolvem a ciência Química e a Eletroquímica. Os roteiros apresentados como materiais de ensino são apenas básicos. Cabe ao professor-apresentador usar essa linguagem adequada para transcender as aparências e instigar no aluno a curiosidade de aprender Eletroquímica e, porque não, a ciência como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] JAPIASSÚ, H.; **Um desafio à educação – Repensar a pedagogia científica**. São Paulo, Ed. Letras & Letras, 1999
- [2] PRECHT, R. D.; Quem sou eu? E se sou, quantos sou? Uma aventura na filosofia. São Paulo, Ed. Ediouro, 2009
- [3] FERRIS, J; **Vídeo e Educação** Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 1996
- [4] VANIN, J. A. et al, *Journal of Chemical Education*. **68**, 652, 1991
- [5] MATEUS, A. L. M. L.; Apostila Química em Ação
- [6] <<http://sites.google.com/site/qumicaemacao/Home>> **Química em Ação** Acesso em 10 de Setembro de 2009 às 21h.
- [7] SHAKHASHIRI, B. Z. **Chemical Demonstrations – A Handbook for Teacher of Chemistry**. The University of Wisconsin Press: Madison, 1992, vol. 4
- [8] MATEUS, A. L. M. L. ET alli; **Ciência na tela – experimentos no retroprojektor**. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2009
- [9] OLIVEIRA, M. M. et alli, **Lúdico e materiais alternativos – metodologias para o Ensino de Química desenvolvidas pelos alunos do Curso de Licenciatura Plena em Química do CEFET-MA**, Disponível em <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0135_2.pdf> Acesso em 10 de Setembro de 2009 às 21h
- [10] SILVA, M. J.; SANTOS, E. C. **Show da Química: aprendendo com criatividade**. Disponível em <<http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/6/6-367-4757.htm>> Acesso em 10 de Setembro de 2009 às 21h
- [11] PERNA, F. et alli. **O Show da Química como instrumento pedagógico**. Disponível em <http://sec.s bq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T1372_1.pdf> Acesso em 10 de Setembro de 2009 às 21h

- [12] SOARES, M. H. F. B.; SILVA, R. C.; PEREIRA, M. V. **Possíveis relações entre a experimentação em laboratório e as características existentes no ludismo.** Disponível em <http://sec.sbq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T0418_1.pdf> Acesso em 10 de Setembro de 2009 às 21h
- [13] FERRAREZI, J. G. et alli, **Show da Química: ensinando de forma divertida e interativa.** Disponível em <http://sec.sbq.org.br/cd29ra/resumos/T1601_1.pdf> Acesso em 10 de Setembro de 2009 às 21h
- [14] LIMA, S. L. T.; MUNOZ, I. A. P.; JUVÊNCIO, L. R. F.; FRACETO, L. F.; **Aspectos didáticos e implicações do uso de aulas demonstrativas de Química.** Disponível em <http://www.annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/T61.pdf> Acesso em 10 de Setembro de 2009 às 21h
- [15] ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, K. C.; HOMEM-DE-MELLO, P.; GAMBARDELA, M. T. P.; SILVA, A. B. F. *Química Nova*. **21**, 173, 2006
- [16] MACHADO, A. A. S. C.; **Química e Desenvolvimento sustentável – QV, QUIVES, QUISUS?**, *Boletim da Soc. Port. Quim*, **2004**, 95, 59.
- [17] MACHADO, P. F. L. e MÓL, G. S. **Resíduos e rejeitos de aulas experimentais: O que fazer?** *Química Nova na Escola*, n.29, p.38-41, 2008
- [18] SOUZA JR. E. V. et alli, **Decomposição eletrolítica da água.** Disponível em <<http://www.pontociencia.org.br>>. Acesso em 9 de dezembro de 2009 às 15h40min
- [19] SOUZA JR. E. V. et alli, **Eletrólise de iodeto de sódio em retroprojektor.** Disponível em <<http://www.pontociencia.org.br>>. Acesso em 9 de dezembro de 2009 às 15h40min
- [20] GONSALVES, E. P. **Conversas sobre Iniciação a Pesquisa Científica.** São Paulo: Ed. Alínea, 2001.

ANEXOS

Anexo I

1.1. ELETRÓLISE DE IODETO DE SÓDIO EM RETROPROJETOR

Materiais necessários:

- Placas de Petri (diâmetro aproximado de 10 cm)
- Cabos de aço e conexões jacarés
- Eletrodos inertes (tiras de aço inox que podem ser encontrados em de sucata de eletrodomésticos)
- Retroprojektor e tela de projeção
- Uma fonte de corrente contínua de 6-10 Volt (podem ser utilizadas pilhas secas ou eliminador de pilha)

Soluções:

- 40 mL de solução aquosa de iodeto de sódio (NaI) 10% em peso

Preparo: Misturar 4g de iodeto de sódio (NaI) em 40 mL de água destilada até que o soluto esteja todo dissolvido.

Montagem Experimental:

No centro do retroprojektor coloque a placa de Petri e dentro dela os eletrodos de aço inox opostamente colocados. Conecte aos eletrodos à fonte de corrente pelos cabos e conexões necessários.

Coloque na placa de Petri os 40 mL de solução NaI 10% e faça a ligação da fonte fechando o circuito. Em poucos segundos pode-se observar o surgimento da coloração castanha no anodo (cor característica de iodo elementar).

1.2. DECOMPOSIÇÃO ELETROLÍTICA DA ÁGUA EM RETROPROJETOR

Materiais necessários:

- Retroprojektor e tela de projeção
- Uma fonte de corrente contínua de 6-10 Volt (podem ser utilizadas pilhas secas ou eliminador de pilha)
- Cabos de aço e conexões jacarés
- Eletrodos inertes (tiras de aço inox que podem ser encontrados na sucata de eletrodomésticos)
- Placas de Petri (diâmetro aproximado de 10 cm)
- Pipetas de Pasteur

Soluções:

- Solução de nitrato de potássio (KNO_3) a 5% em peso, como eletrólito inerte: misturar
Preparo: 2g de nitrato de potássio em 40 mL de água até completa dissolução do sal.

- Soluções diluídas de indicadores de pH

Preparo:

- a) Vermelho de metila: dissolver 0,5g em 15 mL de etanol e depois de completa dissolução adicionar 10 mL de água
 - b) Azul de bromotimol: dissolver 0,01g de azul de bromotimol em 1,6 mL de uma solução 0,01 mol/L de NaOH e depois de completa dissolução adicionar 23,4 mL água
 - c) Alizarina-S: dissolver 0,05g de alizarina-S em 25 mL de uma solução de HCl 1,5%
- Solução diluída de ácido oxálico: dissolver 0,60mg em 100mL de água
 - Solução diluída de hidróxido de sódio: dissolver 0,40mg em 100mL de água

Montagem Experimental:

Coloque em uma placa de Petri 40 mL da solução de KNO_3 e adicione algumas gotas da solução de algum dos indicadores e misture bem:

- a) Solução de Vermelho de Metila (40 gotas);
- b) Solução de Azul de Bromotimol (10 gotas);
- c) Solução de Alizarina-S (20 gotas);

O Ponto Médio:

Para os indicadores bicolores (a), (b) e (c) a cor da mistura tem de ser ajustado para um tom intermediário entre as formas ácidas e básicas respectivamente diretamente na placa de Petri devido peculiaridades que os indicadores apresentam. Esta tarefa mais delicada dos experimentos é executada da seguinte maneira:

Adicione alternadamente poucas gotas das soluções diluídas do ácido oxálico ou de hidróxido de sódio misturando a solução após adição de cada gota, até obter a cor intermediária do indicador escolhido.

Indicadores:

| INDICADOR | Cor da forma ácida | Cor intermediária | Cor da forma básica | Faixa de pH |
|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| Vermelho de metila | Vermelho-rosa | Alaranjado | Amarelo | 4,4 – 6,2 |
| Azul de bromotimol | Amarelo | Verde | Azul | 6,0 – 7,6 |
| Alizarina-S | Amarelo | Alaranjado | Roxo | 5,8 – 7,2 |

A Eletrólise:

Com o pH da solução ajustada, monte os eletrodos de aço inox na placa de forma oposta, assim como os cabos de conexão. Espere um pouco (cerca de um minuto) para

acalmar eventuais turbulências na solução e faça a ligação do circuito. De imediato os efeitos coloridos são observados em torno dos eletrodos. Deixando o circuito ligado durante alguns minutos pode-se apreciar a evolução de belas imagens.

A função do eletrólito inerte:

A água não é boa condutora de corrente elétrica, portanto, para fazer a eletrólise precisamos de um aditivo que confere a condutividade ao sistema aquoso. Essa função é desempenhada por um eletrólito inerte, isto é, um sal que não sofre decomposição eletrolítica. Em nosso experimento usamos o nitrato de potássio que em solução apresenta íons K^+ e NO_3^- , cujos potenciais de redução e oxidação, respectivamente, são inferiores em relação aos potenciais de redução e oxidação da água.

Comentário:

Através desses experimentos apresentados para decomposição eletrolítica da água é possível demonstrar de uma forma simples e ilustrativa a decomposição eletrolítica da água comprovada pelas mudanças de pH que ocorrem nos eletrodos durante a eletrólise de soluções aquosas. Neles também podem ser explorados didaticamente conceitos relacionados, tais como:

- Ácido e Base
- Eletrodos
- Eletrólise
- Eletrólitos
- Indicadores de pH
- Oxidação e Redução

1.3. CORROSÃO ANÓDICA DO FERRO EM RETROPROJETOR

Materiais necessários:

- Placas de Petri (diâmetro aproximado de 10 cm)
- Cabos de aço e conexões jacarés
- Eletrodos de ferro (pregos de ferro)
- Retroprojektor e tela de projeção
- Uma fonte de corrente contínua de 6-10 Volt (podem ser utilizadas pilhas secas)

Soluções:

40 mL de solução aquosa de nitrato de potássio (KNO_3) 5% em peso contendo a seguinte quantidade de algum das respectivas substâncias que formam compostos coloridos com um dos íons de ferro.

Preparo dos indicadores para a identificação de íons de ferro (II):

- 20 gotas de solução alcoólica 2% em peso de orto-fenantrolina
- 20 mg de hexacianoferrato(III) de potássio ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$)

Preparo dos indicadores para a identificação de íons de ferro (III):

- 40 mg de tiocianato de amônio (NH_4SCN);
- 40 mg de Acido Sulfossalicílico; e/ou,
- 20 mg de hexacianoferrato(II) de potássio ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$)

Montagem Experimental:

No centro do retroprojektor coloque a placa de Petri e dentro dela os eletrodos de ferro (pregos) opostamente colocados. Conecte aos eletrodos à fonte de corrente pelos cabos e conexões necessários.

Coloque na placa de Petri os 40 mL de solução KNO_3 5% devidamente preparada com o composto escolhido para indicar a formação de ferro (II) ou de ferro (III). Ao fazer a ligação da fonte fechando o circuito, pode-se observar o surgimento da coloração do composto esperado. A tabela a seguir indica a coloração formada de acordo com a substância usada como indicador e o respectivo íon que ela interage:

| Substâncias | Coloração do Composto com Fe^{2+} | Coloração do Composto com Fe^{3+} |
|---|--|--|
| Orto-fenantrolina | Alaranjado | Incolor |
| Ânion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ | Incolor | Azul |
| Tiocianato | Incolor | Vermelho |
| Ácido sulfossalicílico | Incolor | Roxo |
| Ânion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ | Azul | Incolor |

Anexo II

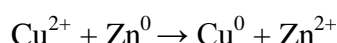
2.1. TRANSPARÊNCIA SOBRE REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO

“Eletroquímica estuda as reações de óxido-redução que produzem ou são produzidas pela corrente elétrica e as reações de óxido-redução são reações onde ocorre transferência de elétrons entre as espécies químicas por dois processos simultâneos. Vamos considerar uma placa de zinco metálica mergulhada numa solução de sulfato de cobre (CuSO_4).

Ao mergulhar uma placa de zinco numa solução de sulfato de cobre, dois fenômenos podem ser observados: uma deposição na placa de zinco da cor do cobre metálico e um clareamento da solução azul do sulfato de cobre. O que ocorre é que na placa de zinco, os átomos perdem dois elétrons, oxidando-se a Zn^{2+} e indo para a solução; e os íons cobre da solução de sulfato de cobre recebem dois elétrons, reduzindo-se a cobre metálico e depositando-se na superfície da placa de zinco.



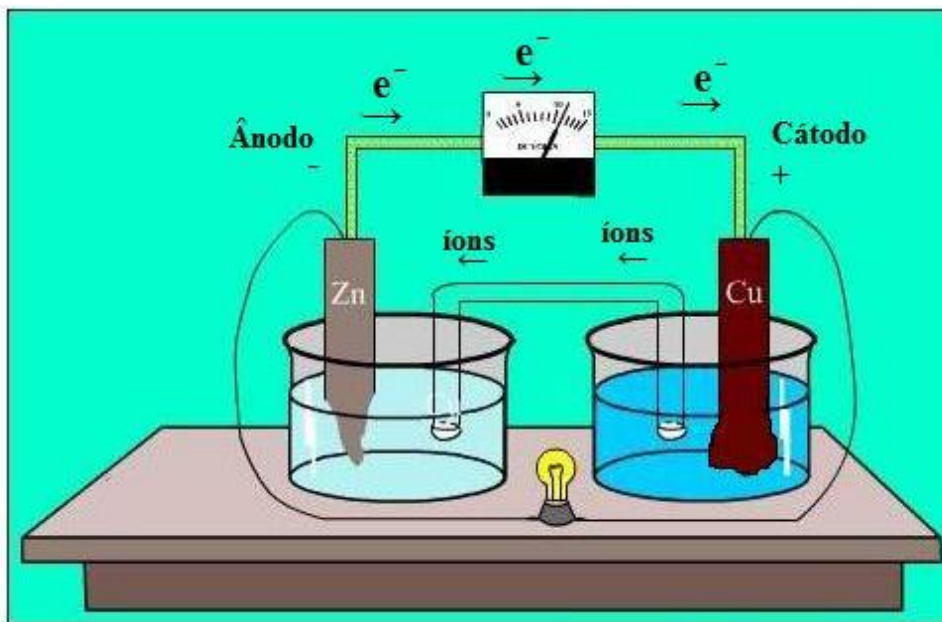
Nesse caso, transferência de elétrons se dá do zinco da placa para íons de cobre da solução. A reação global desse processo pode ser descrita como:



Evidenciando que o cobre é reduzido ao receber os elétrons do zinco, que é oxidado”

2.2. TRANSPARÊNCIA SOBRE PILHAS ELETROQUÍMICAS

“Uma pilha que envolva o processo de oxidação dos átomos de zinco e redução dos íons de cobre pode ter o fluxo de elétrons direcionado para um fio segundo a figura:



Adaptação. Site: <http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/6/6-129-4113.htm> acessado em: 23.08.2009 às 16h36min

Os elétrons fluem da placa de zinco, onde ocorre a oxidação, indo em direção à placa de cobre, onde ocorre a redução. Os íons vão de uma solução a outra fechando, assim, o circuito.”

2.3. TRANSPARÊNCIA SOBRE ELETRÓLISE

“Eletrólise é o nome dado quando as reações de óxido-redução ocorrem com o fornecimento de eletricidade ao sistema. Considerando o processo inverso no sistema anterior ao fornecer eletricidade, íons Zn^{2+} se depositam sobre o metal na forma de zinco metálico enquanto os átomos de cobre da placa são oxidados, e na forma de íons Cu^{2+} vão para a solução.

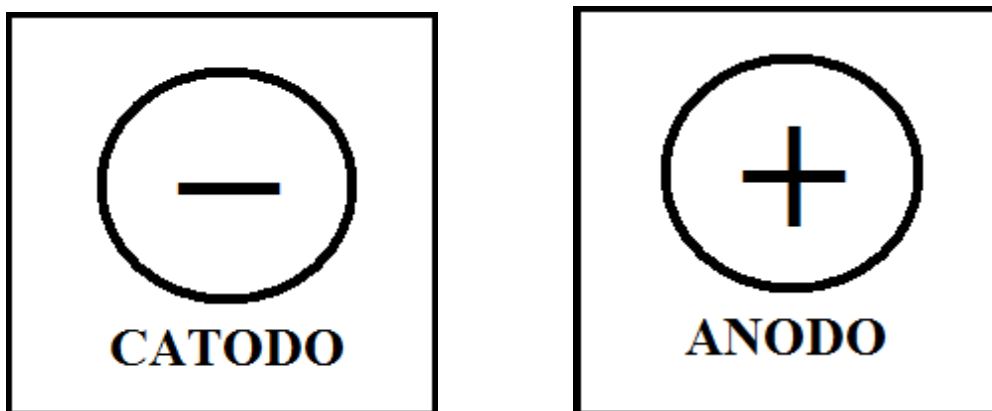
Para ocorrer uma eletrólise precisamos de:

- Uma fonte de corrente elétrica contínua: que fornece a eletricidade (fluxo de elétrons) para que se processe a reação;
- Eletrodos: são os metais ou condutores em cuja superfície ocorre a transferência de elétrons entre as espécies químicas;

- Eletrólito: é a solução condutora de eletricidade, que fecha o circuito e/ou que fornece ou recebe as espécies químicas envolvidas na reação de óxido-redução.”

2.4. TRANSPARÊNCIAS COMUNS PARA TODOS OS EXPERIMENTOS COM ELETRÓLISE

Como toda eletrólise há catodo e anodo, estes serão representados tanto pelo nome como pelo símbolo que o caracteriza:



2.4. TRANSPARÊNCIAS PARA A ELETRÓLISE DE IODETO DE SÓDIO

2.4.1. Título do experimento

Eletrólise de Iodeto de Sódio

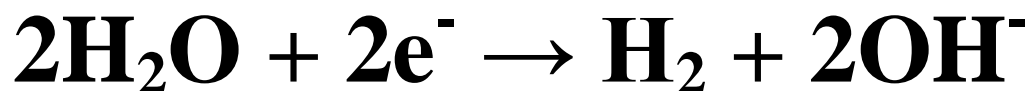
2.4.2. Solução eletrolisada:

Solução de NaI 10% m/m

2.4.3. Reação ocorrida no anodo:



2.4.4. Reação ocorrida no catodo:



2.4.5. Reação global da eletrólise:



2.5. TRANSPARÊNCIAS PARA A DECOMPOSIÇÃO ELETROLÍTICA DA ÁGUA

2.5.1. Título do experimento:

Decomposição Eletrolítica da Água

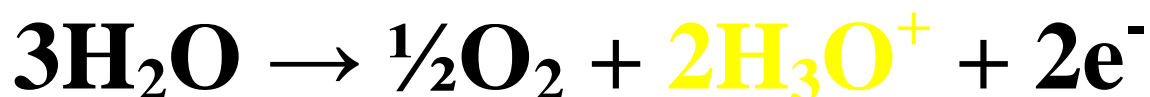
2.5.2. Solução eletrólito:

Solução de KNO_3 5% m/m

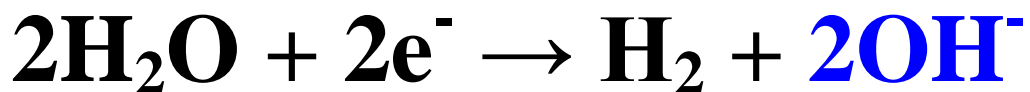
2.5.3. Indicador adicionado à solução (mostrar somente a linha da tabela do indicador usado na demonstração):

| INDICADOR | Cor da forma ácida | Cor intermediária | Cor da forma básica | Faixa de pH |
|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| Vermelho de metila | Vermelho-rosa | Alaranjado | Amarelo | 4,4 – 6,2 |
| Azul de bromotimol | Amarelo | Verde | Azul | 6,0 – 7,6 |
| Alizarina-S | Amarelo | Alaranjado | Roxo | 5,8 – 7,2 |

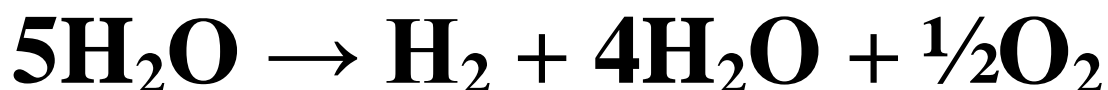
2.5.4. Reação ocorrida no anodo:



2.5.5. Reação ocorrida no catodo:



2.5.6. Reação global da eletrólise:



2.6. TRANSPARÊNCIAS PARA A CORROSÃO ANÓDICA DO FERRO

2.6.1. Título do experimento

Corrosão Anódica do Ferro

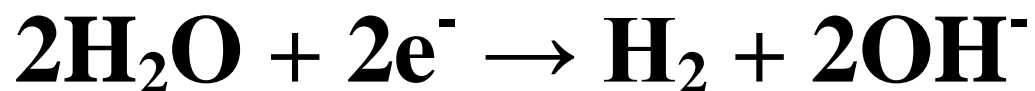
2.6.2. Solução eletrólito:

Solução de KNO_3 5% m/m

2.6.3. Indicador adicionado à solução (mostrar somente a linha da tabela do indicador usado na demonstração):

| Substância | Coloração do Composto com Fe^{2+} | Coloração do Composto com Fe^{3+} |
|---------------------------------------|--|--|
| Orto-fenantrolina | Alaranjado | Incolor |
| Ânion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ | Incolor | Azul |
| Tiocianato | Incolor | Vermelho |
| Ácido sulfossalicílico | Incolor | Roxo |
| Ânion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ | Azul | Incolor |

2.6.4. Reação ocorrida no catodo:



2.6.5. Reações ocorridas no anodo:



ou



2.6.6. Reações Globais:



ou



Anexo III

QUESTIONÁRIO PARA OS ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

- 1) O que achou? O que mais gostou?
- 2) A apresentação proporcionou novas aprendizagens para você? Quais?
- 3) Em sua opinião quais as vantagens da apresentação em retroprojektor?
- 4) Gostaria que outros conteúdos fossem abordados da mesma maneira?
- 5) Você acha que conseguiria reproduzir essa aula?
- 6) Você acha que encontraria obstáculos para reproduzi-la?
- 7) Em uma apresentação para alunos de ensino médio, que reação você esperaria deles?
- 8) Já teve outra oportunidade de ver alguma experimentação em retroprojektor?
- 9) O que é necessário, em termos de materiais e soluções, para realizar uma eletrólise?
- 10) Descreva, conceitualmente, como se dá a eletrólise, utilizando esses materiais e soluções.

Anexo IV

QUESTIONÁRIO PARA OS ALUNOS DE 3º ANO DE ENSINO MÉDIO

- 1) O que é necessário, em termos de materiais e soluções, para realizar uma eletrólise?
- 2) Descreva como se deu uma das eletrólises apresentadas especificando:
 - a) Solução eletrolítica
 - b) Semi-reações e eletrodos envolvidos
 - c) Reação Global
 - d) Justifique sua escolha
- 3) O que achou? O que mais gostou?
- 4) A apresentação contribuiu para a aprendizagem?

Anexo V

3.3. QUESTIONÁRIO PARA OS ALUNOS DE 2º ANO DE ENSINO MÉDIO

- 1) Qual foi a evidencia macroscópica de que houve uma transformação Química?
- 2) Qual a função do indicador numa reação?
- 3) Por que as manchas coloridas aumentam de tamanho?
- 4) O que é necessário, em termos de materiais e soluções, para realizar uma eletrólise?
- 5) Descreva como se deu uma das eletrólises apresentadas especificando:
 - a) Solução eletrolítica
 - b) Semi-reações e eletrodos envolvidos
 - c) Reação Global
 - d) Justifique sua escolha
- 6) O que achou? O que mais gostou?
- 7) A apresentação contribuiu para a aprendizagem?