

## **Eletroquímica e a construção de pilhas e baterias com material de fácil aquisição**

**Adriano Sousa Messias<sup>1</sup>; Wendel Menezes Ferreira (FM)<sup>2</sup>**

Colégio Estadual Roque José de Souza, Campo do Brito/SE, 49520-000  
dedelmf@hotmail.com  
Ensino de Ciências e Matemática

**RESUMO:** No ensino de eletroquímica, o exemplo mais comum para demonstrar a transformação espontânea de energia química em elétrica é a pilha de Daniell, um modelo clássico. Neste trabalho, são apresentados três de cinco experimentos simples, realizados por alunos de 2º ano, já propostos na literatura, que sugerem a construção de pilhas e baterias de: placas, moedas e parafusos com a finalidade de facilitar a compreensão da energia envolvida nos processos de oxidação e redução e da importância das pilhas e baterias usadas no dia-a-dia. Os conceitos fundamentais necessários a abordagem pretendida foram trabalhados, em aula, concomitantemente com a proposta do presente trabalho nas quatro turmas de 2º ano dos três turnos. Alguns conceitos foram corrigidos em todas as turmas durante as discussões.

Palavras-Chave: *pilhas, eletroquímica, experimentação.*

**ABSTRACT:** In the teaching of electrochemistry, the most common example to demonstrate the spontaneous transformation of chemical into electrical energy is the Daniell cell, a classic model. In this paper, we present three of five simple experiments, performed by students of 2nd year, already proposed in the literature that suggest the construction of cells and batteries: cards, coins and screws in order to facilitate understanding of the energy involved in the processes oxidation and reduction and the importance of batteries used in day-to-day. The fundamental concepts needed to approach envisaged were worked in class, concurrently with the proposal of this work in four groups of 2nd year of the three shifts. Some concepts were corrected in all classes during the discussions.

Keywords: batteries, electrochemistry, experimentation.

---

<sup>1</sup> Licenciado em Química (UFS), Especialista em Gestão e Planejamento Escolar (FESL), Especialista em Educação Ambiental (FA) e Mestrando em Química (UFS). Atualmente é professor de Ensino Básico do Colégio Estadual Santo Antônio (Coronel João Sá/BA).

<sup>2</sup> Licenciado em Química (UFS), Especialista em Ciências da Natureza e suas tecnologias com ênfase em Química (UnP) e Mestre em Química (UFS). Atualmente é professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal Baiano *campus* Guanambi.

## INTRODUÇÃO

A oxidação e a redução são processos simultâneos, ou seja, a redução de um átomo ou íon implica sempre na oxidação de outro átomo ou íon e vice-versa. Dessa forma, pode-se afirmar que ao se oxidar (aumentar o número de oxidação) ou reduzir (diminuir o número de oxidação), conforme ceda ou receba um ou mais elétrons, os átomos ou íons participam de um processo químico em que se verifica transferência de elétrons denominado de reação de oxidação-redução (ou, abreviadamente, de redox). Nas reações redox, a espécie química que cede elétrons provoca a redução de outra espécie química é chamado agente redutor. Quando um átomo ou íon recebe elétrons, e em função disto, acarreta na oxidação do outro, passa a ser chamado de agente oxidante (Rozemberg, 2002; Kotz e Treichel, 2005).

Os dispositivos que utilizam a energia química das reações químicas para produzir energia elétrica ou vice-versa são denominados de células eletroquímicas. Existem dois tipos de células eletroquímicas: as células voltaicas ou galvânicas que recebem estas denominações em homenagem ao conde Alessandro Volta (1745-1827) e a Luigi Galvani (1737-1798), respectivamente, nas quais a energia química é convertida em energia elétrica; e as células eletrolíticas, cuja conversão é de elétrica em química (Russel, 1994; Kotz e Treichel, 2005).

Nas células galvânicas, objeto de estudo deste trabalho, os elétrons que se movem, através de um condutor metálico, do ânodo (eletrodo onde ocorre a oxidação) em direção ao cátodo (eletrodo em que ocorre a redução) constituem a corrente elétrica. Por receber os elétrons, atribui-se ao cátodo um sinal positivo. Já o ânodo, é marcado com um sinal negativo (Kotz e Treichel, 2005).

O vocábulo “pilha” é proveniente do instrumento criado pelo conde Alessandro Volta, em 1800. Tal instrumento tratava-se de um empilhamento (série vertical) de lâminas metálicas de zinco e de cobre ordenadas intercaladamente e separadas umas das outras por um tecido impregnado com ácido. Volta associou, ainda, várias pilhas em série, criando assim baterias. A expressão “bateria”, por sua vez, é oriunda da associação aos condensadores primitivos (denominados garrafas de Leyden<sup>3</sup>), e não de células eletroquímicas, como a pilha. Mas, apesar de

---

<sup>3</sup> Instrumento inventado na cidade holandesa de Leyden, há mais de 200 anos, com a finalidade de armazenar grandes quantidades de energia elétrica. Atualmente, as garrafas de Leyden são utilizadas nos laboratórios em demonstrações de eletrostática, com o objetivo de impressionar os espectadores, devido à liberação de faíscas elétricas (Bianchi *et al*, 2005, p 493).

apresentarem significados científicos diferentes, são utilizados indiscriminadamente como sinônimos, em português, para descrever os sistemas eletroquímicos que armazenam energia (Bocchi, 2000; Dell e Rand, 2001; Kotz e Treichel, 2005).

Em princípio, o termo pilha deveria ser empregado para se referir a um dispositivo constituído unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjos de maneira a produzir energia elétrica. E, o termo bateria deveria ser usado para se referir a um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente (Bocchi, 2000, p 3).

No entanto, tais dispositivos só são lembrados quando os aparelhos eletrônicos portáteis que usamos (*laptops, smartphones, walk-talks*, telefones celulares, câmaras fotográficas, ferramentas elétricas, filmadoras, jogos, brinquedos, relógios, lanternas, agendas eletrônicas, barbeadores, computadores, glicosímetros, aparelhos de som, controle remoto, etc) (Bocchi *et al*, 2000), cada vez mais importantes em nossas vidas, deixam de funcionar em decorrência de estarem com as pilhas ou as baterias “fracas”, “arriadas” ou “descarregadas” (Krüger *et al*, 1997). Apesar disso, tanto pilhas quanto baterias são tópicos do conteúdo programático de Eletroquímica, estudo da relação entre transformação química e energia elétrica, ministrado na disciplina de Química aos alunos do 2º ano do Ensino Médio.

No ensino de eletroquímica, o exemplo mais comum para demonstrar a transformação espontânea de energia química em elétrica é a pilha de Daniell, um modelo clássico. Aqui, podem ser apontados pelo menos dois aspectos que justificariam a montagem desta pilha: o primeiro, de acordo com Hioka *et al* (1998), é *a relativa facilidade para montar essa pilha, em virtude de requer materiais de fácil acesso*; já o segundo, decorre de os livros didáticos adotados nas escolas, públicas e privadas (Hartwig *et al*, 1999; Feltre, 2004; Fonseca, 2007; Usberco e Salvador, 2002), indicarem que a energia gerada por esta pilha é capaz de acender uma lâmpada de pequeno porte que necessite de uma voltagem aproximada de 1,5 V (Hioka *et al*, 1998).

Por outro lado, a montagem e a manipulação de pilhas e baterias em salas de aula do ensino médio, já que laboratório é item de luxo, principalmente em escolas da rede pública, são, na maioria das vezes, atravancadas “*pela dificuldade em se obter eletrodos e soluções de seus metais e em dimensionar a ponte salina de modo*

*a obter tensão e corrente suficientes para operar pequenos equipamentos eletroeletrônicos” (Hioka et al, 2000).*

Neste trabalho, são apresentados três de cinco experimentos simples, realizados por alunos de 2º ano, já propostos na literatura, que sugerem a construção de pilhas e baterias de: placas (experimento 1), moedas (experimento 2), e parafusos (experimento 3), porém, com algumas adaptações, que serão apresentadas na seção de discussões, para o estudo das transformações químicas que produzem energia elétrica com a finalidade de facilitar a compreensão da energia envolvida nos processos de oxidação e redução e da importância das pilhas e baterias usadas no dia-a-dia, bem como da diferenciação entre os dois tipos de dispositivos.

### **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

O presente trabalho foi desenvolvido no Colégio Estadual Roque José de Souza, localizado no município de Campo do Brito/SE, o qual oferece à comunidade britense os ensinos Fundamental e Médio. O colégio funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno e conta com um universo de 446 alunos matriculados nas 12 turmas de Ensino Médio, sendo que destes, 125 estão nas turmas de 2º ano. Cada uma das quatro turmas, comportando, em média, 31 alunos, foi dividida em cinco grupos de acordo com a quantidade de experimentos propostos.

É importante destacar que os conceitos fundamentais necessários a abordagem pretendida foram trabalhados, em aula, concomitantemente com a proposta do presente trabalho nas quatro turmas de 2º ano dos três turnos (uma no matutino, duas no vespertino e uma no noturno) no mês de outubro do ano letivo de 2009, de modo que o experimental instigasse o interesse dos alunos pelo teórico.

### **DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS**

O roteiro experimental, denominado “*Construindo pilhas e baterias*”, é composto por quatro partes: 1) Introdução; 2) O que vou precisar? 3) Mãos à obra! e 4) Agora, responda. Com exceção da introdução, todas as outras partes serão apresentadas neste texto, até mesmo como sugestão de atividades experimentais

para turmas do 2º do Ensino Médio. Antes, vejamos um breve comentário de cada parte que compõe os roteiros.

A *introdução* – que não será apresentada em nenhum dos roteiros propostos – traz um breve resumo, que situa o aluno em relação ao tema proposto, com a apresentação de alguns termos comumente usados na eletroquímica, tais como: cátodo (eletrodo de redução), ânodo (eletrodo de oxidação), eletrólito (condutor iônico) e eletricidade (movimento dos elétrons), dentre outros. Após a introdução, aparece a segunda parte do roteiro: *O que vou precisar?*. Nesta, são apresentados os materiais necessários à realização do experimento, todos de fácil acesso e, por isso, cada grupo é responsável pela aquisição dos mesmos.

Em seguida, são descritos, detalhadamente, todos os procedimentos experimentais essenciais à construção da pilha e da bateria, esta parte é denominada *Mãos à obra*. E, finalizando, propõe-se um questionário com quatro perguntas na última parte do roteiro: *Agora, responda!*. Pretende-se que as respostas deste questionário sirvam de suporte para a organização de uma apresentação com o intuito de explicar o funcionamento da pilha e da bateria que cada um deles construiu e, ainda, de trocar experiências com os outros grupos apresentando-se as dificuldades encontradas.

## **ROTEIROS EXPERIMENTAIS PROPOSTOS**

### **Experimento 1. Construindo pilhas e baterias de placas<sup>4</sup>**

#### **O que vou precisar?**

- 2 placas de cobre (10 cm x 2 cm); 2 placas de zinco (10 cm x 2 cm); papel higiênico (aproximadamente 90 cm); pedaço de palha de aço; 2 pedaços de fio cabinho (20 cm cada um); 1 lâmpada de 1,2 volts com soquete; copo com cerca de 30 mL de solução aquosa de sulfato de cobre a 100 g/L; 1 pilha (tamanho médio) e multímetro.

#### **Mãos à obra!**

a) Faça um furo em uma placa de zinco e em uma placa de cobre. Em seguida, ligue uma extremidade do fio cabinho no furo da placa de zinco; faça o mesmo com o

---

<sup>4</sup> Adaptado de: [http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=\\_pmd2005\\_i4801](http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=_pmd2005_i4801)

outro fio cabinho e a placa de cobre, e por final ligue os fios cabinhos no soquete da lâmpada. Logo após, utilizando uma pilha entre as placas, verifique se a lâmpada acende.

b) Corte cerca de 30 cm de papel higiênico e dobre-o de tal forma que fique aproximadamente com o mesmo tamanho das placas. Mergulhe, no frasco que contém sulfato de cobre, o papel higiênico dobrado, para que fique embebido completamente pela solução. Aperte um pouco o papel para retirar o excesso do líquido. Coloque entre as placas o papel higiênico embebido e comprima bem as placas contra o papel e observe se a lâmpada acende, conforme Figura 1. Para a lâmpada continuar acesa por algum tempo, comprima e solte várias vezes as placas sobre o papel.

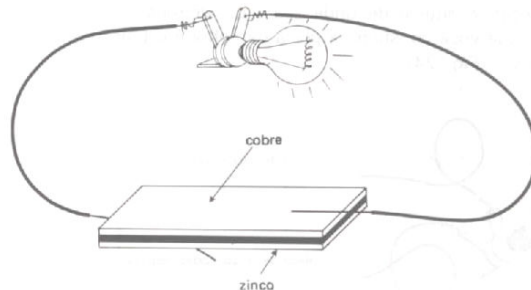


Figura 1. Ilustração da pilha de placas

c) Desmonte a pilha e jogue o papel fora, em seguida limpe as placas com palha de aço. Prepare dois novos pedaços de papel higiênico embebidos na solução de sulfato de cobre, e faça conforme Figura 2.

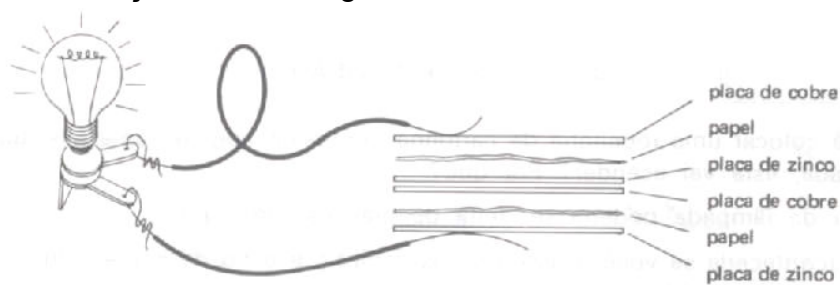


Figura 2. Ilustração da bateria de placas.

### **Agora, responda:**

- Qual placa representa o polo positivo? E o negativo?
- Qual a voltagem de uma única célula (placa de cobre-papel-placa de zinco)?
- Qual a voltagem de sua bateria (várias células)?
- Quanto tempo durou a bateria de placas?

## Experimento 2. Construindo pilhas e baterias de moedas<sup>5</sup>

### O que vou precisar?

- dez moedas de cinco centavos (as de cobre); papel de alumínio de cozinha; papel mata-borrão; dois pedaços de fio de cobre (tirados de qualquer fio elétrico); tigela com vinagre e sal de cozinha; um LED (diodo emissor de luz); fita-crepe e multímetro.

### Mãos à obra!

a) Corte o papel alumínio e o papel mata-borrão em círculos, para empilhá-los uns sobre os outros. O papel mata-borrão será encharcado de vinagre, e também servirá para impedir que os metais se toquem; assim, corte os círculos de mata-borrão um pouco maiores do que o papel de alumínio e as moedas.

b) Na tigela, misture o vinagre com um pouco de sal. O vinagre e o sal serão usados como eletrólitos. Em seguida, embeba os círculos de mata-borrão no eletrólito cheio de íons.

d) Com fita-crepe, prenda uma ponta de fio na parte de baixo de um disco de papel de alumínio. Agora, faça a pilha na seguinte seqüência: papel de mata-borrão, moeda, papel de alumínio, mata-borrão, moeda. Cada combinação é uma pilha minúscula, porém para acender um LED você vai precisar de várias.

e) Depois de fazer a pilha, prenda o outro fio na moeda de cima com a fita-crepe, conforme Figura 3. Agora você pode acender um LED, como na figura abaixo, ou, se tiver pilhas de moedas em quantidade suficiente, até uma lâmpada pequena.

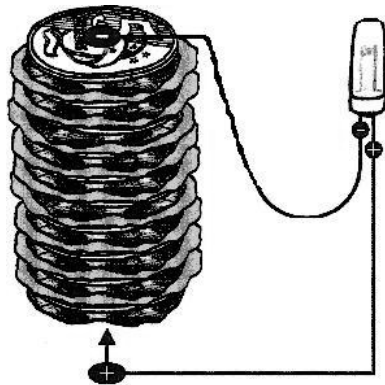


Figura 3. Ilustração da bateria de moedas

<sup>5</sup> Adaptado de: [http://www.revisaovirtual.com/site/Artigos\\_213\\_Como\\_fazer\\_uma\\_pilha.htm](http://www.revisaovirtual.com/site/Artigos_213_Como_fazer_uma_pilha.htm)

**Agora, responda:**

- Qual material representa o polo positivo? E o negativo?
- Qual a voltagem de uma única célula (papel mata-borrão-moeda-papel alumínio)?
- Qual a voltagem de sua bateria (várias células)?
- Quanto tempo durou a bateria de moedas?

**Experimento 3. Construindo pilhas e baterias de parafusos<sup>6</sup>****O que vou precisar?**

- 2 potes plásticos vazios, como os de achocolatados em pó; 1,2 m de fio de cobre de 2,5 mm (desencapado); tira de metal extraída de uma calha ou telha de zinco (12 x 3 cm), que não deve ser lixada (isso removeria a camada de zinco do metal galvanizado); 2 parafusos (200 mm de comprimento e 5 mm de espessura); água e sal de cozinha (NaCl) e multímetro.

**Mãos à obra!**

- Lixe, com palha de aço, os parafusos metálicos para garantir ligações que seguramente vão oferecer resistências mínimas.
- Desencape e lixe os fios de cobre e depois enrole os mesmos, de forma a parecer com uma bobina, deixando sobrar algum comprimento do fio, que formará uma haste, dobrada na ponta, para que se possa fixar o fio no parafuso.
- A lâmina da calha de zinco deve ser dobrada conforme ilustra a Figura 4. Perfure a ponta com um prego suficientemente grosso para que o parafuso a atravesse.

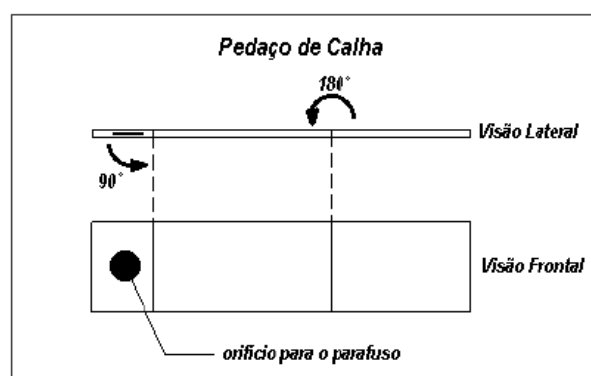


Figura 4. Procedimento para dobrar a placa de zinco

<sup>6</sup> Adaptado de: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6693/6160>



d) O mesmo prego pode ser utilizado para fazer os furos na tampa do pote de plástico, onde os eletrodos serão encaixados com o auxílio dos parafusos e das porcas (Fig. 5).

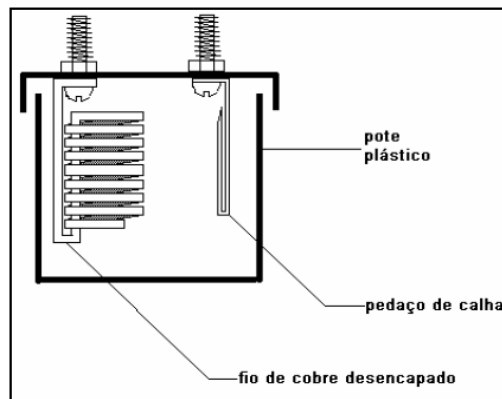


Figura 5. Ilustração da pilha de parafusos

e) Adicione água até se preencher aproximadamente 4/5 do reservatório plástico, a fim de que os eletrodos fiquem quase todos imersos, adicionando-se sal até que a solução se torne saturada. Em seguida, mergulhe os eletrodos no meio salino. Monte outra pilha usando o mesmo procedimento e, em seguida, teste sua bateria (Fig. 6).

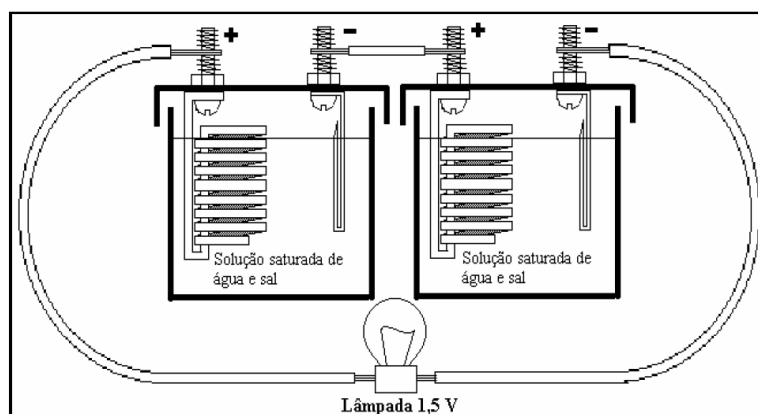


Figura 6. Ilustração da bateria de parafusos

**Agora, responda:**

- Qual material representa o polo positivo? E o negativo?
- Qual a voltagem de uma única célula de parafusos?
- Qual a voltagem de sua bateria (duas células)?
- Quanto tempo durou a bateria de parafusos?

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os alunos tiveram algumas dificuldades na aquisição de dois materiais, em especial, foram eles: placa metálica de cobre (experimento 1) e papel mata-borrão<sup>7</sup> (experimento 2). Este último, não foi encontrado em nenhuma livraria ou papelaria da cidade de origem dos alunos, Campo do Brito, e cidades vizinhas, como por exemplo, Itabaiana e, ainda, na capital Aracaju. O interessante é que os funcionários destes estabelecimentos nem sequer conheciam o material, conforme a seguinte afirmação de um deles: *“Mata-borrão? Bom, nunca foi vendido aqui”*.

Procurou-se, então, na *internet*. Duas lojas virtuais: Casa Cruz (<http://www.casacruz.com.br>) e Companhia do papel (<http://www.planetsite.com.br>) anunciavam o produto com os seguintes valores: R\$1,70 (50 x 70 cm) e R\$3,90 (50 x 50 cm), respectivamente. O inconveniente da compra é que o frete pago para recebimento correspondia, aproximadamente, a 7 vezes o valor de uma unidade do produto. Diante deste impasse, o professor indicou a substituição do papel mata-borrão por papel encontrado em caixas de sapato ou na camada interna das capas de caderno escolar, denominados, pelo menos na região, de “cadernos de capa dura”. Os dois substituíram muito bem o mata-borrão.

No caso das placas de cobre, as lojas especializadas em materiais de laboratório no estado não dispunham de tal produto. A saída foi produzir estas placas a partir de tubos de cobre usados em aparelhos de refrigeração. Para tanto, os alunos compraram um metro de tubo (R\$5,00). Em seguida, levaram para uma esquadilha onde os tubos foram serrados de duas formas: a primeira, em pedaços de 10 centímetros e a segunda, ao meio para posterior achatamento.

Resolutos os impedimentos para a construção das pilhas e baterias, marcou-se um dia para que as mesmas fossem montadas e expostas na sala de aula para os outros grupos. A proposta inicial era que se fizesse uma exposição somente para os outros grupos da mesma turma possibilitando discussões que envolvessem os conceitos aprendidos e as dificuldades enfrentadas. No entanto, o nível de satisfação dos alunos do noturno foi tão grande (observar depoimento de um dos alunos na página seguinte) que eles resolveram apresentar seus trabalhos para toda a comunidade escolar, no pátio do Colégio, numa espécie de microfeira de Ciências (ou Química, neste caso). Infelizmente, as fotos dessa apresentação foram pedidas.

---

<sup>7</sup> Papel utilizado para absorver o excesso de tinta do texto escrito com pena ou caneta tinteiro.

“Essa experiência é muito interessante, pois a função de uma pilha em circuitos elétricos é dar origem à corrente elétrica, e neste experimento construí um modelo de pilha elétrica capaz de acender uma lâmpada e observar transformações que ocorrem com os materiais que constituem a pilha (de parafusos).” (aluno do 2ºD) (acréscimo do autor).

Alguns dos resultados são apresentados na Tabela 1. Nesta, são apresentadas as respostas dos itens a, b e c do questionário (Agora, responda) dos três roteiros experimentais.

Tabela 1. Respostas dos alunos aos questionamentos a, b e c da *Agora, responda*.

Material	Turma	Cátodo	Ânodo	Pilha (V)	Bateria (V)
Placas	A	Cu	Zn	0,64	2,12
Placas	B	Cu	Zn	0,66	1,68
Placas	C	Cu	Zn	0,38	1,31
Placas	D	Zn	Cu	0,84	1,76
Moedas	A	x	x	x	x
Moedas	B	moeda	Al	?	2,61
Moedas	C	x	x	x	x
Moedas	D	moeda	papel	?	2,77
Parafusos	A	Zn	Cu	0,71	1,38
Parafusos	B	Cu	tira de metal	0,82	1,66
Parafusos	C	Cu	Zn	0,89	1,80
Parafusos	D	parafuso	Cu	0,72	1,55

Legenda: (x) experimento não realizado; (?) valor não informado

Em relação às pilhas e às baterias de placas pode-se observar que apenas o grupo de alunos do 2º ano D inverteu as funções do Zn (ânodo) e do Cu (cátodo). Isto ocorreu pelo fato de terem eles observado a formação de uma camada preta na placa de zinco e concluírem, a partir de então, que tal fenômeno caracterizava uma deposição metálica (fenômeno indicativo do cátodo).

As lâmpadas e os LEDs usados para verificar o funcionamento das baterias de placas acenderam com boa intensidade em função das voltagens obtidas (1,31 a 2,12 V). Valor semelhante foi apresentado por Hioka *et al* (1998) de 2,0 V. Os autores relataram que a lâmpada usada ficou acesa por, aproximadamente, 40 minutos com intensidade razoável. Já nos experimentos apresentados neste trabalho a duração variou de 10 a 20 minutos. Deve-se levar em consideração que a pilha de placas sugerida neste trabalho não segue o modelo por eles desenvolvido.

Ela não é constituída por um eletrodo de Zn visto que não há feltro (papel higiênico) embebido com solução de sulfato de zinco. Provavelmente, isso justifica o fato de a luz ter permanecido acesa por um tempo menor.

As pilhas e baterias de moedas foram construídas por dois grupos apenas. Os alunos do grupo da turma A, por questões de desentendimento entre eles, não concluíram o trabalho. Já na turma C, por se tratar da turma com menor quantidade de alunos, não houve um grupo formado para realizar este experimento. Para as duas outras turmas, B e D, percebeu-se que a função de cátodo foi atribuída à moeda. No entanto, os grupos não fizeram menção ao tipo de material que constitui esta moeda (cobre). Ambos os grupos apresentaram apenas a voltagem da bateria (2,61 V e 2,77 V), que foi suficiente para que os LEDs ficassem acesos por, aproximadamente, 180 minutos.

A seguir são mostradas fotos (Fig. 7) das baterias de placas, de moedas e de parafusos que foram construídas por alunos das turmas A, B e C, respectivamente, do 2º ano do Colégio Estadual Roque José de Souza.

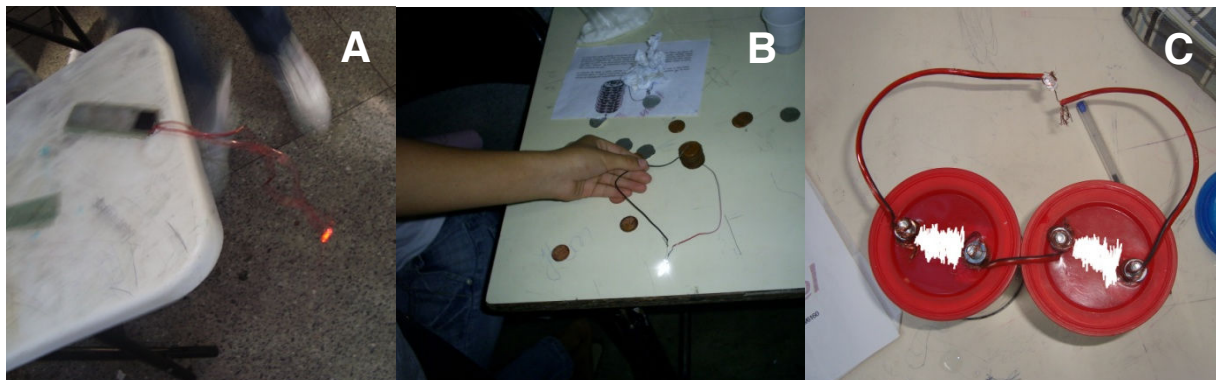


Figura 7. Bateria de placas (A), de moedas (B) e de parafusos (C) construídas pelos alunos.

Na identificação do ânodo, os alunos da turma B apontaram o alumínio (Al) e os alunos da turma D mencionaram o papel. A princípio pode-se pensar que eles indicaram o papel obtido da capa de caderno ou da caixa de sapato. Porém, não se pode esquecer que o alumínio utilizado, em função de sua maleabilidade, encontra-se na forma de papel (lâmina). Tal constatação pode ser percebida pelo depoimento do grupo sobre a importância do experimento realizado:

*“No caso da pilha de moedas, detalhes foi que houve corrosão do **papel alumínio** e deposição nas moedas que formaram camadas sobre elas por isso é o*

*cátodo que ele recebeu elétrons do ânodo que foi o **papel alumínio**.*” (aluno 2ºD) **(grifo do autor)**.

Para as pilhas e baterias de parafusos, observou-se que apenas dois grupos concluíram bem sobre o material que atua como cátodo (Cu). Por outro lado, na referência ao material que funciona como ânodo houve confusão apenas na conclusão dos alunos das turmas A e D que apresentaram o parafuso como sendo o eletrodo negativo. O grupo da turma B afirmou que o ânodo seria a tira de metal, ou seja, a placa de zinco.

*“Eu achei interessante, curioso porque com o zinco, água, sal e parafusos fornece energia o bastante para ascender uma lâmpada. O cobre era **cátions (cátodo)** e o zinco é ânodo, (...).”*(aluno do 2ºD) **(grifo do autor)**.

Oliveira e Oliveira (2001), afirmaram que a pilha por eles desenvolvida, com materiais baratos e de fácil aquisição no comércio, demonstrou manter a diferença de potencial em aproximados 0,8 V, durante 15 minutos. A utilização dos termos pilha e bateria como sinônimo é bastante comum, como já afirmado na introdução, não se sabe se 0,8 V é de uma pilha ou das duas (bateria), como proposto pelo autor. Assim sendo, se considerarmos 0,8 V a energia gerada pela bateria pode-se afirmar que as voltagens obtidas pelos grupos das quatro turmas foram, em média, o dobro. Os LEDs ficaram acesos por um tempo que variou de 10 a 20 minutos.

Alguns conceitos foram corrigidos em todas as turmas durante as discussões. E, uma atenção especial foi conferida aos alunos do noturno visto que os mesmos propuseram-se a apresentar seus trabalhos para a comunidade escolar.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A interação conteúdo estudado e realização de atividades experimentais proporcionou um melhor entendimento dos conceitos e da importância da eletroquímica. Como reflexo disso, podem ser citados o entusiasmo e o interesse dos alunos em expor o que aprenderam em uma microfona de Química para outros alunos do colégio e, principalmente, a abertura de um espaço de discussões que

possibilitou a correção de alguns conceitos errôneos e a aquisição de novos conhecimentos.

Como sugestão, alguns aspectos poderiam ter sido trabalhados com os alunos, a partir da atividade, por exemplo: o aluno poderia ser desafiado a tentar outros metais, outras soluções, como, por exemplo, o vinagre e o suco de limão, cabendo a ele encontrar a substância que otimizasse a capacidade da pilha; e justificar a seguinte afirmação: se as semirreações e os potenciais de redução do Zn e do Cu são  $\text{Zn}^{+2}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})}$   $E^{\circ} = -0,76 \text{ V}$  e  $\text{Cu}^{+2}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})}$   $E^{\circ} = +0,34 \text{ V}$ , explique a diferença de potencial entre o valor obtido e o teórico.

## REFERÊNCIAS

- BIANCHI, J. C. de A. Universo da Química. 1 ed. São Paulo: FTD, 2005, vol único.
- BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na Escola*, n 11, p 3-9, maio de 2000.
- DELL, R. M.; RAND, D. *Understanding Batteries*. RSC: London, 2001.
- FELTRE, R. Química. 6 ed. São Paulo: Moderna, 2004. vol 2.
- FONSECA, M. R. M. da. Química: físico-química. São Paulo: FTD, 2007.
- HARTWIG, D. R.; SOUZA, E. de; MOTA, R. N. Química: físico-química. 1 ed. São Paulo: Scipione, 1999. vol 2
- HIOKA, N.; MAIONCHI, F.; RUBIO, D. A. R.; GOTO, P. A.; FERREIRA, O. P. Experimentos sobre Pilhas e a Composição dos Solos. *Química Nova na Escola*, n 8, p 36-39, novembro de 1998.
- HIOKA, N.; FILHO, O. S.; MENEZES, A. J. de; YONEHARA, F. S.; BERGAMASKI, K.; PEREIRA, R. V. Pilhas de Cu/Mg construídas com material de fácil obtenção. *Química Nova na Escola*, n 11, p 40-44, maio de 2000.
- KOTZ, J. C.; TREICHEL JR, P. Química Geral e Reações Químicas. Trad. Flávio Maron Vichi. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARES, A. R. Eletroquímica para o ensino médio. Porto Alegre: Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

OLIVEIRA, A. G. M. I. de; OLIVEIRA, I. T. P. de. Construção de uma pilha didática de baixo custo. Caderno de Ensino de Física, v. 18, n 1, p.101-107, abril de 2001.

ROZEMBERG, I. M. Química Geral. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

RUSSEL, J. B. Química Geral. Trad. e Rev. Márcia Guekezian et al. 2 ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. Química. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2002. vol. único.