

**Redação selecionada e publicada  
pela Olimpíada de Química SP-2011**

**Autora:** Amanda Gudrum Nitoli

**Série:** Primeira do Ensino Médio

**Prof.:** Rubens Conilho Junior

**Colégio:** Etapa

**Cidade:** São Paulo, SP

**O Trabalho de Química**

Estrôncio estava sentado em sua poltrona favorita e lendo seu jornal quando a campainha tocou. Foi até a porta e abriu-a. Era costume de Hélio, neto de Estrôncio, vir passar as tardes de sexta-feira na casa do avô. Porém, nessa tarde em especial, o neto estava acompanhado de dois amigos: Tálíio e Rubídíio.

– Oi vô! Tudo bem? Estes são meus amigos, Tálíio e Rubídíio. Nós temos que fazer um trabalho de química para a semana que vem. Será que podemos fazer aqui na sua casa?

– Claro, meu neto! Entrem todos, sintam-se em casa, Tálíio e Rubídíio.

Entraram e se sentaram nos sofás da sala de estar. Já estavam pegando os cadernos e livros para começar o trabalho quando Estrôncio perguntou:

– Sobre o que é esse trabalho, afinal?

– É sobre Eletroquímica, Senhor Estrôncio, o tema é: “Pilhas e baterias em nosso dia a dia”. – disse Tálíio.

– Ah! Mas desse assunto eu sei muito! Você sabe, Hélio, que seu avô aqui usa um marca-passo, não sabe?

– Sei sim, mas o que isso tem a ver com o nosso trabalho?

– Desculpe interromper, mas o que é um marca-passo? – perguntou Rubídíio.

– Um marca-passo é um dispositivo médico que tem como objetivo regular os batimentos cardíacos de alguém com algum problema no coração. Um estímulo elétrico é emitido pelo aparelho quando os batimentos cardíacos da pessoa estão irregulares. Isso acontece, no meu caso, porque tenho arritmia cardíaca, uma doença que altera a frequência e o ritmo dos batimentos cardíacos. – explicou Estrôncio.

– Tá, mas o que isso tem a ver com o nosso trabalho? – insistiu Hélio.

– Bem, o marca-passo funciona suprido por uma bateria um pouco diferente das usadas no dia-a-dia: a bateria de Iodeto de Lítio. Há baterias de Iodeto de lítio especialmente usadas para o marca-passo e outros dispositivos médicos implantáveis por sua longa duração: elas podem durar até 15 anos, sem ter que recarregar. Imaginem, se não fosse pela sua longa duração, eu teria que fazer uma cirurgia para trocar ou recarregar a bateria várias vezes por ano!

– Nossa! Isso seria horrível e muito perigoso, múltiplas cirurgias no coração! – exclamou Hélio.

– Mas, como funciona uma bateria, para início de conversa? E qual a diferença entre pilha e bateria? – perguntou Tállo.

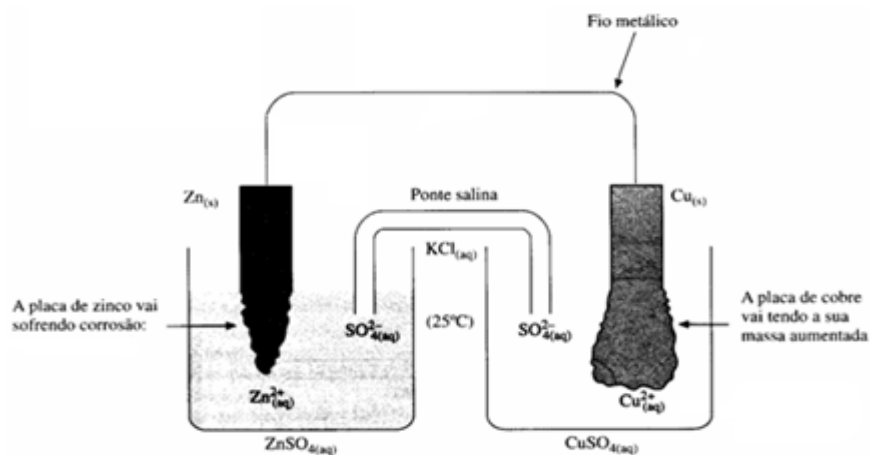
– *Pilha* é o termo utilizado para se referir a um dispositivo formado por dois eletrodos e um eletrólito, arrumados de tal maneira que produzam energia elétrica. Um *eletrodo*, também conhecido como *semipilha*, é o conjunto formado por um metal ( $M^0$ ) imerso em uma solução que contém íons desse mesmo elemento ( $M^{x+}$ ). Já o eletrólito é um condutor iônico, seja ele sólido, líquido ou pastoso.

Quando os eletrodos estão conectados por um fio ou aparelho elétrico, uma corrente elétrica flui pelo circuito. Isso ocorre porque em um dos eletrodos, o chamado ânodo, os átomos do metal perdem elétrons, oxidam, transformam-se em íons (devido à perda de elétrons) e se dissolvem na solução, ocorrendo corrosão do metal, com perda de massa.

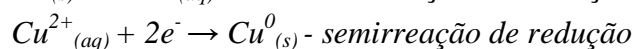
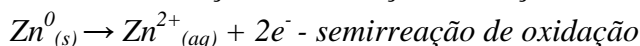
No outro eletrodo, o chamado cátodo, os elétrons que chegam do fio condutor se depositam na camada externa do metal, entrando em contato com a solução cheia de íons. Esses íons, em contato com os elétrons, reduzem, ou seja, incorporam os elétrons em sua estrutura transformando-se em partículas neutras, ocorrendo um “depósito” dos átomos aumentando a massa do metal.

– Nossa! Quanta coisa! – exclamou Rubídio.

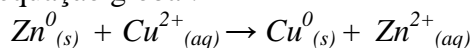
– É verdade – disse Estrôncio, pegando uma folha de papel e um lápis que estavam na mesa de centro da sala – vejam, a pilha que estou descrevendo ficaria mais ou menos assim:



– Essa é uma representação da famosa *pilha de Daniell*, uma das primeiras a ser montada. Nela, o metal do ânodo é o Zinco e o do cátodo, o Cobre. As reações de oxidação e redução ficariam assim:



– Se “somarmos” as duas, teremos a equação global:



– O que é essa “ponte salina” ligando as duas soluções, Senhor Estrôncio? – perguntou Rubídio.

– Ah! Quase me esqueci de explicar! Depois de um tempo ocorrendo as reações, o equilíbrio iônico das soluções vai sendo alterado devido à oxidação (aumenta a quantidade de íons positivos no ânodo, pois os átomos “perderam” os elétrons, tornando-se cátions) e a redução (diminui a quantidade de íons positivos no cátodo, pois os cátions que estavam dissolvidos na solução do eletrólito “ganham” os elétrons que vêm do fio metálico ligado ao ânodo, e se transformaram em partículas neutras, assim a solução ficou com excesso de ânions). Para restabelecer o equilíbrio das soluções, o Daniell teve a ideia de colocar uma ponte salina, que nada mais é que um tubo com um sal, no caso o Cloreto de Potássio (KCl), dissolvido em água que conecta as duas soluções. Quando o equilíbrio está afetado nas soluções, os cátions  $K^+$  vão para a solução do cátodo (onde ocorreu a redução) e os ânions  $Cl^-$  vão para o ânodo (onde ocorreu a oxidação), restabelecendo o equilíbrio. Aliás, é daí que vêm os nomes “cátodo” (para onde vão os cátions) e “ânodo” (para onde vão os ânions).

– Mas, vô, qual a função dessa pilha de Daniell no nosso dia a dia? – perguntou Hélio.

– Na verdade, nos dias de hoje essa pilha não tem nenhuma função, a não ser a de servir de exemplo para explicar o funcionamento de uma pilha, como estou fazendo com vocês, ou seja, a função dela é puramente didática.

– E as baterias? O senhor ainda não falou nada delas... – disse Tálío.

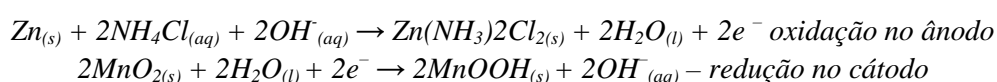
– Eu já ia começar a falar delas, Tálío. As *baterias* nada mais são que pilhas ligadas umas às outras, *em série* ou *em paralelo*. Para entender a diferença entre ligação em série e em paralelo, primeiro deve-se saber de alguns conceitos: *Corrente elétrica* é o fluxo ordenado de partículas carregadas eletricamente. *Potência Elétrica* é o produto da Diferença de Potencial (DDP) entre dois pontos, no nosso caso, entre os dois eletrodos, e a corrente que passa entre esses dois pontos.

Quando duas ou mais pilhas estão ligadas em série, a potência elétrica do conjunto será a soma das potências das pilhas e a corrente elétrica será a mesma que uma única pilha forneceria. Quando duas ou mais pilhas estão ligadas em paralelo, a potência elétrica será a mesma que uma pilha somente forneceria, e a corrente será duas ou mais vezes maior do que uma só pilha geraria.

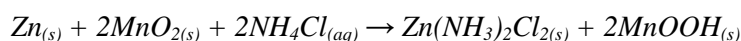
– Senhor Estrôncio, de que são feitas aquelas pilhas que as pessoas geralmente usam nos controles remotos, lanternas e MP3 players? – perguntou Rubídio.

– Ah, aquelas pilhas são conhecidas como *Pilhas de Leclanché* ou então *pilhas secas*. Elas foram inventadas no ano de 1865 pelo engenheiro francês George Leclanché. São as mais usadas no nosso cotidiano. O ânodo dessa pilha, que é separado das outras substâncias químicas por um papel poroso, é um cilindro de zinco que reveste toda a célula. O cátodo, que é o eletrodo central, é um bastão de grafite coberto por uma camada de dióxido de manganês, pó de grafite e uma pasta de cloreto de amônio e cloreto de zinco. O nome *pilha seca* é devido à ausência de solução aquosa, na qual estariam imersos os eletrodos.

As reações que ocorrem no cátodo e no ânodo são as seguintes:



– E a reação global ficaria assim:



– Senhor Estrôncio, por que nas pilhas têm um lado com um “sinal de mais” (+) e o outro com o “sinal de menos” (-) ?

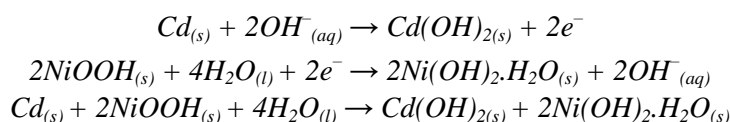
– perguntou Tálío.

– Bem, isso ocorre devido ao fato de cada eletrodo ser um pólo elétrico, ou seja, o ânodo é o pólo negativo porque é de onde os elétrons partem (pólo negativo repele elétrons, que são negativos), já o cátodo é o pólo positivo porque é para onde os elétrons vão (pólo positivo atrai elétrons). Além disso, o fato de ter um sinal de mais ou de menos nas duas extremidades da pilha ajuda as pessoas a saberem de que maneira elas devem colocar as pilhas nos aparelhos elétricos.

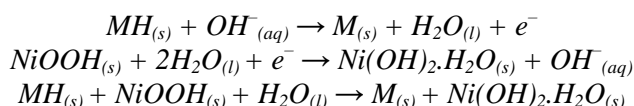
– Ah... Entendi... – disse Tálío.

– Vovô, lá em casa eu tenho uma bateria que eu uso na minha máquina fotográfica e não preciso comprar uma nova quando a carga acaba. É só colocar em um aparelho e ligá-lo na tomada, que a bateria se recarrega! – exclamou Hélio.

– Bem, meu neto, esse é outro tipo de bateria, as chamadas *baterias secundárias*, as recarregáveis. As baterias recarregáveis são aquelas que em que o cátodo e o ânodo estão posicionados de tal maneira que, quando ligadas a uma fonte de energia elétrica, ocorra a reação inversa da de oxidoredução, “recarregando” a bateria. Existem vários tipos de baterias recarregáveis, entre elas a *hidreto metálico/óxido de níquel*, que provavelmente é a que você tem em casa. Essa bateria é muito semelhante a uma criada anteriormente, a *cádmio/óxido de níquel*. Esta foi proposta pela primeira vez em 1899 pelo sueco Waldemar Jungner. O ânodo é formado por uma liga de cádmio e ferro e o cátodo é formado por hidróxido(óxido) de níquel(III), ambos imersos em uma solução de hidróxido de potássio. Durante o processo, o cádmio é oxidado a hidróxido de cádmio, no ânodo, enquanto o hidróxido(óxido) de níquel(III) é reduzido a hidróxido de níquel(II) hidratado. As reações ficariam assim:



– Porém, essa bateria é considerada a de maior impacto ambiental, pois contém cádmio em sua composição. Por isso foi inventada a bateria *hidreto metálico/óxido de níquel* que é muito parecida com a de *cádmio/óxido de níquel*, com uma principal diferença: a substituição do cádmio por um hidreto metálico. As reações são bem semelhantes:

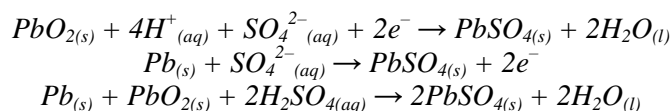


– Nossa, seu Estrôncio! Há tantos tipos de pilhas e baterias! – disse Tálío.

– É mesmo! – concordou Rubídio – E as baterias dos carros, seu Estrôncio? Como elas são?

– Bem, as baterias dos carros são bem diferentes das de *cádmio/óxido de níquel*. Elas são chamadas de *chumbo/óxido de chumbo*, e já apresentam diferença nos materiais que as constituem: no ânodo e no cátodo o principal elemento é o chumbo! Além disso, elas também contêm um material muito perigoso para o ser

humano: o ácido sulfúrico. No cátodo o ácido sulfúrico reage com o dióxido de chumbo (II), tendo como produtos água e sulfato de chumbo (II). Já no ânodo, o chumbo reage com íons sulfato, produzindo também o sulfato de chumbo. Deem uma olhada nas reações:



– Como o chumbo é um material tóxico e pesado, ele pode causar vários danos ao meio ambiente e pôr em risco a vida dos seres humanos, portanto vários fabricantes nacionais de baterias recolhem-nas para o reaproveitamento do chumbo, não só pelo dano que ele causa ao meio ambiente, mas também pelo seu alto custo no mercado internacional e a sua pouca disponibilidade de minas no Brasil.

– Então quer dizer que dentro do carro de meus pais tem chumbo metálico e ácido sulfúrico? – espantou-se Tália.

– Sim, mas há varias proteções e vedações para que nem o chumbo nem o ácido vazem ou fiquem expostos, podendo causar algum dano aos seus pais.

– Ah, que susto! – disse, aliviado, Tália.

– Vê, e os carros elétricos? Eles também usam baterias de chumbo? E qual a diferença entre os carros elétricos e os que usam combustíveis? – perguntou Hélio.

– Primeiro de tudo, é preciso saber que nos carros elétricos há uma bateria que desempenha a mesma função da gasolina ou do etanol nos carros movidos à combustão. Nestes, a energia utilizada para o funcionamento do motor provém da reação de combustão do combustível. Já nos carros elétricos, essa energia provém do armazenamento de energia que uma bateria oferece. Essa bateria pode ser a de *chumbo/óxido de chumbo*, *hidreto metálico/óxido de níquel*, ou ainda de *íons-Lítio*. Algo que pode ser usado com critério para determinar qual bateria ou combustível mais eficiente é a densidades de energia que cada um tem. Densidade de energia, caso vocês não saibam, é a quantidade de energia contida em algum sistema ou região do espaço por unidade de volume ou de massa. As densidades de energia da gasolina e do etanol são bem maiores que as das baterias. Elas são aproximadamente essas:

*Gasolina: 13027 Wh Kg<sup>-1</sup>*

*Etanol: 8330 Wh Kg<sup>-1</sup>*

*Bateria de chumbo/óxido de chumbo: 30 Wh Kg<sup>-1</sup>*

*Bateria de hidreto metálico/óxido de níquel: 60 Wh Kg<sup>-1</sup>*

*Bateria de íons-Lítio: 200 Wh Kg<sup>-1</sup>*

– Nossa! As diferenças são bem grandes, não são? – observou Hélio

– Mas, por que os carros elétricos são tão valorizados hoje em dia, se eles não têm uma densidade de energia tão grande assim?

– Esses carros são bem valorizados devido ao fato de que eles não liberam gases poluidores, produtos da reação de combustão, que causam o efeito estufa (como CO e CO<sub>2</sub>), e também têm um baixo custo de combustível (a energia elétrica). Além disso, a gasolina e o etanol são combustíveis fósseis não-renováveis, ou seja, não fecham um ciclo na natureza, logo se não for controlado o seu uso, um dia esse combustível não será mais disponível, enquanto as baterias, que são recarregadas com energia elétrica, são favorecidas, pois cada dia que passa o uso de novas fontes de energia elétrica, como a eólica ou a solar, é cada vez mais incentivado e aplicado, portanto, se continuarmos com esse processo, a energia elétrica continuará sendo disponível no futuro.

– É sempre bom nos esforçarmos ao máximo para que o nosso planeta não sofra consequências de nossos atos no dia a dia... – comentou Rubídio

– Estrôncio, Hélio, meninos! Quem está a fim de um pedaço de bolo de chocolate? – disse a Senhora Germânia, saindo da cozinha e entrando na sala de estar.

– Vovó! A senhora estava na cozinha esse tempo todo? – disse Hélio.

– Estava sim, e quando ouvi vocês três chegando decidi fazer um bolo. Meninos, vocês gostam de bolo de chocolate? – perguntou a Tália e a Rubídio.

– Sim, nós adoramos! – disseram os dois ao mesmo tempo.

– Então vão lavar as mãos todos os quatro que a mesa já está posta! – disse Germânia.

Assim, todos comeram um pedaço de bolo de chocolate e, depois do lanche, os três meninos terminaram o trabalho de química, que tinha lhes rendido uma tarde repleta de conhecimentos, descobertas, e, é claro, bolo de chocolate!

### **Bibliografia:**

Sites:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Marca-passo>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Arritmia>

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Bateria\\_de\\_1%C3%ADtio](http://pt.wikipedia.org/wiki/Bateria_de_1%C3%ADtio)

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Pot%C3%Aancia\\_el%C3%A9trica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pot%C3%Aancia_el%C3%A9trica)

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Pilha>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletroqu%C3%ADmica>

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Corrente\\_el%C3%A9trica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Corrente_el%C3%A9trica)

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Densidade\\_de\\_energia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Densidade_de_energia)

[www.grupoescolar.com/buscar/pilha\\_de\\_daniel](http://www.grupoescolar.com/buscar/pilha_de_daniel)

<http://carros.hsw.uol.com.br/motores-de-carros.htm>

<http://carros.hsw.uol.com.br/carros-eletricos1.htm>

<http://www.ruadireita.com/automoveis/info/carro-eletrico-qual-a-melhor-bateria/>

Artigo:

“Pilhas e Baterias – Funcionamento e impacto ambiental” – Nelson Bocchi, Luiz Carlos Ferracin e Sonia Regina Biaggio – Química Nova na Escola, Maio, 2000

Livro:

ATIKINS, Peter; JONES, Loretta – Princípios de Química – Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente – 3ª edição – Reimpressão 2007