

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

Autor: André Santos Fernandes

Série: Primeira do Ensino Médio

Prof. :Áurea de Souza Bazzi

Colégio: Albert Sabin

Cidade: São Paulo, SP

As pequenas “usinas” que regem o mundo moderno

“Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Esta frase de Antoine Lavoisier, o fundador da Química moderna, conhecida como lei de conservação das massas pode ser relacionada ao princípio de transformação de energia química em elétrica, intrínseco ao funcionamento de pilhas e baterias. Estas, apesar de terem sua importância desconsiderada por grande parcela da população, são dispositivos extremamente necessários para a realização de atividades do cotidiano.

Esses geradores de corrente elétrica, que podem ser classificados em diversos tipos, apresentam estrutura e funcionamento complexos ao entendimento leigo. Embora haja certa negligência por parte dos utilizadores com relação ao impacto ambiental o qual as pilhas podem causar se descartadas em locais inapropriados, elas podem vir a tornar possível, por exemplo, a fabricação e utilização em larga escala de veículos sem emissão de gases poluidores atmosféricos: os carros elétricos.

A primeira célula produtora de energia elétrica a partir de reações químicas foi inventada, em 1800, pelo italiano Alessandro Volta. Iniciou-se, assim, uma nova era na geração de eletricidade, já que, anteriormente, transformava-se a energia mecânica em elétrica. Este gerador era constituído por duas chapas metálicas, uma de cobre e outra de zinco, mergulhadas em ácido sulfúrico diluído. Depois disso, muitas outras surgiram, como a do inglês John Daniell, em 1836, que consiste num aperfeiçoamento das pilhas voltaicas.

No decorrer desse século, criou-se também o acumulador, o qual, além de produzir uma corrente contínua de elétrons, permite a realização do processo contrário, ou seja, a recarga. O primeiro dispositivo desse tipo é chamado de Planté, nome do engenheiro francês que o desenvolveu. Era formado por duas placas de chumbo imersas em ácido sulfúrico. Devido à vertiginosa evolução das pilhas, em 1912, surgiu a ignição por bateria, garantindo a formação de uma nova linha de automóveis com partida elétrica, conceito que permanece até a atualidade.

Como as pilhas consistem numa fonte portátil de energia, a demanda por elas, no tempo presente, tem aumentado de forma intensa. Esse fato deve-se, majoritariamente, à exacerbada

propagação de aparelhos eletroeletrônicos, pois essas pequenas “usinas” constituem parcela essencial deles. Todos os dias, elas garantem a eficiência de inúmeros equipamentos, entre os quais estão relógios, câmeras fotográficas, celulares, computadores, carros. Pode-se, pois, concluir que há forte participação destas unidades geradoras na vida de todos e, sem elas, vários dos facilitadores tecnológicos que hoje se consideram parte da normalidade seriam inviáveis.

As pilhas também têm uma importante aplicação na medicina, sendo o marca-passo um de seus usos mais comentados. O coração, um dos principais órgãos do corpo humano, é responsável por bombear o sangue para o restante do organismo, com o objetivo de mantê-lo funcionando. Para realizar esse processo, o miocárdio (músculo do coração) recebe estímulos de estruturas denominadas nós sinusal e atrio-ventricular, porém, eventualmente, a frequência dos batimentos pode ser reduzida devido a alguns problemas nesses sistemas. O marca-passo consiste num aparelho semelhante a uma bateria, que é instalado sob a pele, abaixo da clavícula, o qual é capaz de gerar impulsos elétricos para o músculo por meio de eletrodos introduzidos nas veias direcionadas às cavidades cardíacas. Esta ação, nesse caso, favorece a continuidade harmoniosa dos movimentos desse órgão tão imprescindível à vida.

As pilhas e baterias, que têm seu funcionamento estudado por um ramo da Química denominado Eletroquímica, baseiam-se num sistema formado por dois eletrodos e um eletrólito. Enquanto os primeiros são, geralmente, metais, o segundo é composto por uma solução condutiva iônica que envolve os eletrodos. Quando a pilha é conectada a um equipamento, inicia-se o processo de produção de energia elétrica, em que o eletrodo negativo, ou ânodo, libera elétrons por meio da oxidação, e o positivo, também chamado de cátodo, tira proveito deles para se reduzir. Isso ocorre em consequência da tensão elétrica, diferença de potencial entre os eletrodos medida em volts, que se caracteriza pela maior tendência do cátodo de receber elétrons, o qual, portanto, é mais eletronegativo. A energia do fluxo de corrente criado, orientado em direção ao pólo positivo, é aplicada pelos aparelhos na geração de um efeito colateral útil a cada um.

Quando a reação eletroquímica de oxirredução se encerra, diz-se que a pilha está descarregada, pois não há mais formação de corrente. Entretanto, um tipo especial, o acumulador, tem a capacidade de recarregar-se por meio da eletrólise, que se embasa na transformação da energia elétrica em química, ou seja, trata-se do inverso da reação que comumente procede nas pilhas. Esse processo, apesar de não ser espontâneo, uma vez que deve ser induzido por quantidade considerável de energia, possibilita o uso do sistema por centenas de vezes.

Não se utiliza, de forma habitual, apenas uma célula eletroquímica isolada, mas sim um conjunto, de modo a obter um melhor aproveitamento de suas características. Num arranjo serial, liga-se o pólo positivo de um gerador ao negativo do seguinte, o que acarreta a soma das voltagens. Todavia, quando há um arranjo paralelo, os pólos positivos estão conectados entre si e o mesmo

sucedem com os negativos. Nesse caso, as correntes juntam-se e, como consequência, a intensidade aumenta. Independentemente do tipo de associação feita, intenta-se maximizar a potência do sistema.

Existem inúmeros tipos de pilhas no mercado atual, contudo, antes de se falar sobre eles, é primordial explicar a diferença entre pilha e bateria, tendo em vista que há certa imprecisão na terminologia usada para referir-se aos complexos eletroquímicos. A primeira resume-se numa unidade formada, exclusivamente, por dois eletrodos e um eletrólito, enquanto a segunda se baseia num agrupamento de várias dessas unidades, como já citado. Os geradores de eletricidade modernos, os quais lançam mão de uma extensa variedade de produtos químicos, recebem seus nomes de acordo com as substâncias que os compõem. Em regra, para se denominar uma pilha ou bateria, diz-se primeiro o ânodo e depois o cátodo.

É possível qualificar todas as células eletroquímicas em duas categorias. As secundárias são, necessariamente, sistemas recarregáveis, e as primárias, por sua vez, não têm essa capacidade. No que tange às pilhas primárias, as que se evidenciam no mercado nacional são as de zinco-dióxido de manganês (Leclanché ou alcalina) e lítio-dióxido de manganês. Já com relação às secundárias, destacam-se as de chumbo-ácido, níquel-cádmio, hidreto metálico-óxido de níquel e íon-lítio. Estas últimas são empregadas com preponderância em aplicações que requerem maiores correntes num menor tempo.

Entre os geradores mencionados, cabe salientar as pilhas alcalinas, as quais são usadas na alimentação de jogos eletrônicos, filmadoras, gravadores, equipamentos de iluminação de emergência. Elas compõem-se de um ânodo de zinco e um cátodo de dióxido de manganês, e diferenciam-se das de Leclanché pelo eletrólito, que é o hidróxido de potássio na forma pastosa, fato pelo qual se é possível justificar seu nome. No que diz respeito ao formato, como a maioria das primárias, as alcalinas apresentam-se preferencialmente na estrutura cilíndrica, devido à facilidade de produção. Há uma tendência mundial em utilizá-las, em consequência de seu menor risco ambiental, por não conter metais pesados, e seu maior desempenho em comparação a sua semelhante, procedente da substituição do condutor iônico.

É importante ressaltar também um tipo de célula secundária a qual se tornou bastante popular ultimamente, a de íon-lítio, que é desse modo denominada porque serve-se, no lugar de lítio metálico, apenas de íons do elemento, presentes no eletrólito na forma de sais dissolvidos em solventes orgânicos. Este tipo de pilha pode ser encontrado em *laptops*, celulares, *iPods*, e é, em geral, formado por um ânodo de grafita e um cátodo de óxido de cobalto litiado. Esses compostos permitem a ocorrência da intercalação iônica dos íons de lítio, fenômeno precípua desse acumulador que se caracteriza pela difusão deles pela rede cristalina dos eletrodos. Durante os processos de carga e descarga, o eletrodo que libera elétrons para o circuito externo cede, na mesma

proporção, cátions intercalantes para o eletrólito, enquanto o que é reduzido recebe-os. Por meio disso, mantém-se a neutralidade dos materiais. As vantagens desse sistema eletroquímico consistem em sua alta densidade de energia e seu baixo custo, o que o faz ser considerado, por alguns especialistas, o mais próximo que a Ciência chegou no desenvolvimento de um gerador secundário perfeito.

Em se tratando de meio ambiente, é possível observar a presença de metais pesados tóxicos na composição de muitas pilhas atualmente comercializadas, apesar de esforços governamentais para retirá-las de circulação. Esses sistemas eletroquímicos representam parte predominante do lixo eletrônico, o chamado e-lixo, o qual, se descartado em áreas inapropriadas, causa impactos ambientais danosos à saúde pública. Essa ocorrência é devida aos resíduos pesados que, ao serem aterrados, deslocam-se para partes mais profundas do solo. Se eles atingem o lençol freático, podem, além de contaminar a água, molestar a fauna e a flora locais. A começar disso, os metais seguem pela cadeia alimentar até chegar aos seres humanos e, pelo fato de serem bioacumulativos, provocam variadas doenças.

Com o objetivo de evitar essas adversidades, em 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) determinou que as pilhas que contivessem metais pesados deveriam ser devolvidas aos fabricantes após o fim de sua vida útil. A partir disso, as empresas seriam responsáveis pela reciclagem, destruição ou pelo armazenamento dos materiais lesivos ao ecossistema. Entretanto, essa norma ainda não é seguida por todos, visto que, além de algumas indústrias desobedecerem-na, há complicações em localizar postos de recolhimento para o descarte adequado das células eletroquímicas. Outro fator essencial para impedir o cumprimento da determinação é a não cooperação dos consumidores no momento da devolução. Contudo, acredita-se que essa medida do Conama incentive as empresas a refrear o emprego de substâncias tóxicas para evitar o recolhimento.

Na tentativa de reduzir o impacto ambiental que a emissão de gases nocivos provenientes de motores de combustão interna dos automóveis causa, desenvolveu-se o carro elétrico. Este, além de não contribuir com a poluição da atmosfera, é mais barato para sustentar, já que o preço da gasolina prossegue aumentando. Embora os veículos movidos a eletricidade existam desde o século XIX, os que funcionam a partir da queima de combustíveis fósseis ainda dominam o mercado. Esse fato deve-se às limitações atuais das baterias, as quais se fundam, sobretudo, no elevado tempo de recarga, de três a dez horas. Portanto, até recentemente, nenhuma bateria pôde tornar esse tipo de carro competitivo.

Os sistemas eletroquímicos secundários adequados para os automóveis elétricos, conforme os fabricantes, são os de chumbo-ácido, hidreto metálico-óxido de níquel e íon-lítio. Enquanto o primeiro, já presente em carros convencionais, tem produção barata, o segundo não contém metais

pesados e apresenta alta densidade de energia. No que se refere ao último, que é o melhor concorrente a se tornar a bateria-padrão de veículos, o peso é menor e não há muita manutenção, tampouco a auto-descarga, manifestação corriqueira da maioria das pilhas, a qual consiste na perda de carga durante o tempo em que não há utilização. No entanto, mesmo com o rápido desenvolvimento qualitativo dos geradores de corrente elétrica, a curto prazo, os carros que se servem deles serão inapropriados para viagens longas.

Outra alternativa para a alimentação de veículos automotores, que não causa danos ao meio ambiente, são células a combustível. Estes dispositivos também transformam energia química em elétrica; todavia, diferente das demais pilhas galvânicas, as substâncias necessárias para o seu funcionamento não se encontram em seu interior, mas armazenadas externamente. Em uma das tecnologias mais promissoras, faz-se uso dos gases hidrogênio e oxigênio e de um polímero, que serve como uma membrana para troca de prótons. Quando o combustível (gás hidrogênio) adentra o sistema pelo ânodo, ao entrar em contato com um catalisador, libera elétrons e prótons (H^+). Os elétrons seguem pelo circuito externo em direção ao cátodo, enquanto os cátions de hidrogênio atravessam a membrana. No lado positivo, em que o gás oxigênio do ar está, os átomos de hidrogênio unem-se novamente e ligam-se com o oxigênio para formar água.

Conquanto esses geradores de eletricidade possam, se inseridos em automóveis, contribuir para o aumento de sua eficiência e reduzir a poluição, há obstáculos na utilização do gás hidrogênio como combustível devido a sua difícil obtenção, armazenagem e distribuição. Esse percalço pode ser solucionado por meio do emprego de aparelhos como o reformador, cujo trabalho se funda no fornecimento de hidrogênio a partir de uma fonte com maior disponibilidade, como o metanol ou o gás natural. Todavia, algumas empresas, no intento de usufruir de uma via na qual não se emite óxidos de carbono, estão desenvolvendo novas formas de armazenar e produzir hidrogênio. Em breve, as células a combustível tornar-se-ão importantes sistemas de conversão de energia química em elétrica para carros, casas e diversos aparelhos, já que o fazem silenciosamente e têm, como único subproduto, a água.

Após todas essas considerações sobre pilhas e baterias, pode-se chegar à conclusão de que elas constituem parte vital do mundo moderno, embora seu descarte em locais inadequados possa provocar enormes danos ao ambiente e à saúde pública. No presente momento, soube-se de inovações significativas relacionadas a esses dispositivos, entre as quais cabe realçar a bateria inteligente, capaz de fornecer energia apenas quando ela se faz necessária, e o ultracapacitor, que, graças a um aprimoramento com nanotubos de carbono, armazena grande quantidade de energia num campo elétrico de modo instantâneo. Isso posto, como ainda se está na pré-história da tecnologia, prevê-se um amplo avanço no desenvolvimento futuro de sistemas eletroquímicos.

Bibliografia

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc15/v15a06.pdf>

<http://fisicacomabud.com.br/30.05.10/Geradores%20eletrico.pdf>

<http://200.144.189.54/dados/aas/ indefinidopilhasebateria.arquivo.pdf>

<http://www.uel.br/cce/fisica/sefis/xisefis/arquivos/resumos/r44.pdf>

<http://www.e-battery.com.br/site/corporativo.asp?i=92&p=Hist%F3ria+da+Bateria>

<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/marcapasso/marcapasso-3.php>

<http://www.hsw.uol.com.br/>