AS PILAS, UN CONSUMO ENERXÉTICO A PEQUENA ESCALA?

Xosé Mendoza Rodríguez
Instituto de Ciencias da Educación
Universidade de Santiago de Compostela, España
pmendoza@usc.es

Ao longo dos tres últimos anos o Instituto de Ciencias da Educación da Universidade de Santiago de Compostela, dedicou unha parte importante do seu esforzo á realización de actividades e eventos que poidan por de manifesto a importancia de inculcar a educación enerxética nas escolas, institutos e universidades, como algo fundamental na formación das xeracións vindeiras, con todo en ningún caso tivemos en conta o consumo desmedido de enerxía a pequena escala por parte dos nosos propios alumnos e por nós mesmos a nivel familiar coas pilas nos seus diferentes tipos, en xoguetes, máquinas de fotos, cámaras, reloxos, etc.
Por iso propoño que como docentes expliquemos aos nosos alumnos non só a idea de pila como uns artiluxios capaces de transformar enerxía química en enerxía eléctrica, habemos de ensinar ademais que tipos podemos adquirir no mercado, que grado de contaminación supón cada unha delas, como podemos reciclalas e sobre todo como podemos facer para evitar usalas.
Propoño a continuación algunhas consideracións que penso debéramos de utilizar no proceso de ensino- aprendizaxe nas explicacións de aula:
¿que é unha pila?
¿que tipos de pilas existen?
¿que grado de contaminación representan?
¿que consumo enerxético representan?

1. que é unha pila?

Primeira actividade búsqueda de información do descubremento da pila

Aínda que o concepto de pila é coñecido por todos, poderiamos empezar pola propia historia de descubrimento das pilas, indicándolles aos nosos alumnos que busquen nun libro ou en Internet a historia do científico Volta, será a primeira actividade, ao final terían que resumir algo semellante ao texto sacado de Internet,

"*En 1778 ocupa a cátedra de Física experimental da universidade de Pavía onde traballou ata a súa retirada en 1819. En 1779 foi profesor de física na Universidade de Pavía, cátedra que ocupou durante 25 anos. Cara a 1800 desenvolvera a chamada pila de Volta, precursora da batería eléctrica, que producía un fluxo estable de electricidade. Polo seu traballo no campo da electricidade, Napoleón nomeoulle conde en 1801 o mesmo ano en que saldou a súa famosa controversia con Galvani achega da electricidade animal. A unidade eléctrica coñecida como voltio recibiu ese nome no seu honor*".

Pero case sempre a mellor aprendizaxe será o práctico polo que propoño unha actividade de carácter experimental.

Segunda actividade podería ser a montaxe no laboratorio da pila de Daniell.

A pila Daniell está formada por un electrodo de cobre(cátodo positivo) e outro electrodo de zinc (ánodo negativo).
Ambas láminas metálicas están mergulladas en sendas disolucións de sulfato de cobre(II) 1 molar e sulfato de zinc(II) 1 molar, respectivamente. Cando ambas disolucións conéctanse mediante unha ponte salino(disolución de NaCl, KCl, ou KNO3) establécese unha diferenza de potencial de 1,10 voltios que poden medirse cun voltímetro, o normal é que oscile entre 1,05 e 1,08 se a concentración das disolución sé 1 molar. Si se conectan ambos electrodos mediante un condutor, o amperímetro medirá o paso de corrente eléctrica desde o ánodo de zinc ata o cátodo de cobre.O proceso ocorre de forma espontánea . Os electróns que perde o zinc ao oxidarse chegan polo circuíto externo ata a disolución de cobre(II), orixinándose a redución dos ións cobre II a cobre metal.
A redución sempre ocorre no cátodo (Reducción catódica). A oxidación sempre ocorre no ánodo(Oxidación anódica).Estes procesos son invariables, independentemente de que se trate dun pila ou dunha célula electrolítica(electrolise).
A función da ponte salino é permitir o contacto eléctrico e a migración dos ións para manter a electroneutralidad. Así, os ións negativos, cloruros ou nitratos, da ponte salino migrarán cara ao electrodo de zinc, onde está aumentando a carga eléctrica positiva ao xerarse ións Zn^{+2}. Os ións positivos ou catións da ponte salino, Na^{+1} ou K^{+1}, migrarán cara ao electrodo de cobre, onde desaparece a carga positiva, xa que os ións Cu^{+2} están tranformándose en cobre metálico. A pila esgotarase cando os potenciais do cátodo e ánodo iguálense, cesando o fluxo de electróns polo condutor. A enerxía química tense tranformado en enerxía eléctrica.

2. que tipos de pilas existen?

Terceira actividade, pódese propor o facer un listado de tipos de pilas que coñecen e en que se empregan cada unha delas.

Pilas Primarias

A pila primaria máis común é a pila Leclanché ou pila seca, inventada polo químico francés Georges Leclanché na década de 1860. A pila seca que se utiliza hoxe é moi similar ao invento orixinal. O electrólito é unha pasta consistente nunha mestura de cloruro de amonio e cloruro de cinc. O electrodo negativo é de cinc, igual que o recipiente da pila, e o electrodo positivo é unha varilla de carbono rodeada por unha mestura de carbono e dióxido de manganeso. Esta pila produce unha forza electromotriz de uns1,5 voltios. Outra pila primaria moi utilizada é a pila de cinc- óxido de mercurio, coñecida normalmente como batería de mercurio. Pode ter forma de disco pequeno e utilízase en audífonos, células fotoeléctricas e reloxos de pulsera eléctricos. O electrodo negativo é de cinc, o electrodo positivo de óxido de mercurio e o electrólito é unha disolución de hidróxido de potasio. A batería de mercurio produce 1,34 V, aproximadamente.
A pila de combustible é outro tipo de pila primaria. Diferénciase de las demais en que os produtos químicos non están dentro da pila, senón que se fornecen desde fóra.

Pilas Secundarias

O acumulador ou pila secundaria, que pode recargarse investindo a reacción química, foi inventado en 1859 polo físico francés Gaston Plantei. A pila de Plantei era unha batería de chumbo e acedo, e é a que máis se utiliza na actualidade. Esta batería, que contén de tres a seis pilas conectadas en serie, úsase en automóbiles, camións, avións e outros vehículos. A súa vantaxe principal é que pode producir unha corrente eléctrica suficiente para arrincar un motor; con todo, esgótase rapidamente. O electrólito é unha disolución diluída de ácido sulfúrico, o electrodo negativo é de chumbo e o electrodo positivo de dióxido de chumbo. En funcionamento, o electrodo negativo de chumbo se disocia en electróns libres e ións positivos de chumbo. Os electróns móvense polo circuíto eléctrico externo e os ións positivos de chumbo reaccionan cos ións sulfato do electrólito para formar sulfato de chumbo. Cando os electróns volven entrar na pila polo electrodo positivo de dióxido de chumbo, prodúcese outra reacción química. O dióxido de chumbo reacciona cos ións hidróxeno do electrólito e cos electróns formando auga e ións chumbo; estes últimos liberaranse no electrólito producindo novamente sulfato de chumbo.
Un acumulador de chumbo e ácido esgótase porque o acedo sulfúrico transfórmase gradualmente en auga e en sulfato de chumbo. Ao recargar a pila, as reaccións químicas descritas anteriormente invístense ata que os produtos químicos volven á súa condición orixinal. Unha batería de chumbo e ácido ten unha vida útil duns catro anos. Produce uns 2 V por pila. Recentemente, desenvolvéronse baterías de chumbo para aplicacións especiais cunha vida útil de 50 a 70 anos.
Outra pila secundaria moi utilizada é a pila alcalina ou batería de níquel e ferro, ideada polo inventor estadounidense Thomas Edison en torno a 1900. O principio de funcionamento é o mesmo que na pila de ácido e chumbo, pero aquí o electrodo negativo é de ferro, o electrodo positivo é de óxido de níquel e o electrólito é unha

disolución de hidróxido de potasio. A pila de níquel e ferro ten a desventaxa de desprender gas hidróxeno durante a carga. Esta batería úsase principalmente na industria pesada. A batería de Edison ten unha vida útil duns dez anos e produce 1,15 V, aproximadamente.
Outra pila alcalina similar á batería de Edison é a pila de níquel e cadmio ou batería de cadmio, na que o electrodo de ferro substitúese por un de cadmio. Produce tamén 1,15 V e a súa vida útil é duns 25 anos.

Pilas Solares

As pilas solares producen electricidade por un proceso de conversión fotoeléctrica. A fonte de electricidade é unha sustancia semiconductora fotosensible, como un cristal de silicio ao que se lle engadiron impurezas. Cando a luz incide contra o cristal, os electróns libéranse da superficie deste e diríxense á superficie oposta. Alí recóllense como corrente eléctrica. As pilas solares teñen unha vida moi longa e utilízanse sobre todo nos avións, como fonte de electricidade para o equipo de a bordo.
Unha pila voltaica aproveita a electricidade dunha reacción química espontánea para acender unha lámpada (foco). As tiras de cinc e cobre, dentro de disolucións de acedo sulfúrico diluído e sulfato de cobre respectivamente, actúan como electrodos. A ponte salino (neste caso cloruro de potasio) permite aos electróns fluír entre as cubetas sen que se mesturen as disolucións. Cando o circuíto entre os dous sistemas complétase (como se mostra á dereita), a reacción xera unha corrente eléctrica. Obsérvese que o metal da tira de cinc consómese (oxidación) e a tira desaparece. A tira de cobre crece ao reaccionar os electróns coa disolución de sulfato de cobre para producir metal adicional (redución). Si se substitúe a lámpada por unha batería a reacción investirase, creando unha célula electrolítica.

Pilas de combustible

Mecanismo electroquímico no cal a enerxía dunha reacción química convértese directamente en electricidade. A diferenza da pila eléctrica ou batería, unha pila de combustible non se acaba nin necesita ser recargada; funciona mentres o combustible e o oxidante sexanlle fornecidos desde fóra da pila. Unha pila de combustible consiste nun ánodo no que se inxecta o combustible comúnmente hidróxeno, amoníaco ou hidracina? e un cátodo no que se introduce un oxidante ?normalmente aire ou osíxeno. Os dous electrodos dunha pila de combustible están separados por un electrólito iónico condutor. No caso dunha pila de combustible de hidróxeno- osíxeno cun electrólito de hidróxido de metal alcalino, a reacción do ánodo é

$2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 4e-$
é a reacción do cátodo é
$O_2 + 2H_2O + 4e- \rightarrow 4OH^-$

Os electróns xerados no ánodo móvense por un circuíto externo que contén a carga e pasan ao cátodo. Os c OH- xerados no cátodo son conducidos polo electrólito ao ánodo, onde se combinan co hidróxeno e forman auga. A voltaxe da pila de combustible neste caso é duns 1,2 V pero diminúe conforme aumenta a carga. A auga producida no ánodo debe ser extraída continuamente para evitar que inunde a pila. As pilas de combustible de hidróxeno- osíxeno que utilizan membranas de intercambio iónico ou electrólitos de acedo fosfórico foron utilizadas nos programas espaciais Gemini e Apolo

respectivamente. As de acedo fosfórico teñen un uso limitado nas instalacións eléctricas xeradoras de enerxía.
Actualmente estanse desenvolvendo as pilas de combustible con electrólitos de carbonato fundido. O electrólito é sólido a temperatura ambiente, pero á temperatura de operación (650 a 800 °C), é un líquido con ións carbonato condutores. Este sistema ten a vantaxe de utilizar monóxido de carbono como combustible, polo que poden utilizarse como combustible mesturas de monóxido de carbono e hidróxeno como as que se producen nun gasificador de carbón.
Tamén se están desenvolvendo pilas de combustible que empregan dióxido de circonio sólido como electrólito. Estas pilas chámanse pilas de combustible de óxido sólido. O dióxido de circonio convértese nun condutor iónico a uns 1.000 °C. Os combustibles máis adecuados son o hidróxeno, o monóxido de carbono e o metano, e ao cátodo fornéceselle aire ou osíxeno. A elevada temperatura de operación das pilas de combustible de óxido sólido permite o uso directo de metano, un combustible que non require catalizadores custosos de platino sobre o ánodo. As pilas de combustible de óxido sólido teñen a vantaxe de ser relativamente insensibles aos contaminantes do combustible, como os compostos de xofre e nitróxeno que empeoran o rendemento doutros sistemas de combustible.
A temperatura relativamente elevada de operación das pilas de combustible de carbonato fundido e óxido sólido facilitan a eliminación en forma de vapor do auga producida pola reacción. Nas pilas de combustible de baixa temperatura débense tomar medidas para eliminar a auga líquida da cámara do ánodo.

3. que grao de contaminación representan?

Cuarta actividade procura de información sobre o potencial de contaminación das pilas e formas de reciclaxe.

O perigo que producen as pilas que se non se recicla é un dos temas prioritarios na axenda dos ecoloxistas urbanos. Xa que a pila é un elemento que contén diferentes metais na súa composición como mercurio (a maioría das pilas botón, pilas alcalinas e de óxido de prata) ou cadmio (pilas recargables), aínda que tamén son preocupantes outros metais como o manganeso, níquel e cinc.
Cada tipo de pilas ten polo menos dous metais presentes en dúas formas químicas diferentes, como metais puros e como óxidos.
Polo tanto, aínda que non todas as pilas son iguais nin teñen a mesma perigosidade, toda pila que ten alta concentración de metais ten que ser considerada como elemento de coidado.

As pilas facilítannos o uso de moitos dos aparellos que necesitamos na nosa vida diaria, pero unha vez esgotadas, normalmente, descártanse co resto dos residuos, polo que terminan en basureiros ou recheos sanitarios, podendo quedar expostas a incendios e a reaccións químicas incontroladas que afectan as capas de auga, o chan e o aire.
Si se acumulan nos vertedoiros, co paso do tempo, as pilas perden a carcasa e vértese o seu contido, composto principalmente por metais pesados como o Mercurio e o Cadmio, o Cinc. Estes metais, infiltrados desde o

vertedoiro, acabarán contaminando as augas subterráneas e o chan e con iso introduciranse nas cadeas de alimentación naturais, das que se nutre o ser humano.
Si se incineran, as emanacións resultantes darán lugar a elementos tóxicos volátiles, contaminando o aire.
Podemos tomar como exemplo o mercurio presente na composición das pilas. Esta sustancia se oxida mesturada co lixo e libérase ao ambiente. Este metal e varios dos seus compostos, son bastante insolubles, polo que poderían quedar relativamente inmobilizados en terra ou depositado no fondo de ríos e lagos. Con todo os microorganismos presentes nestes ecosistemas, pódeno transformar en metil- mercurio de maior toxicidade e mobilidade ambiental. Esta sustancia orgánica, a diferenza do mercurio inorgánico, atravesa fácilmente as membranas celulares dado que é liposoluble e polo tanto unha vez que ingresa na cadea de alimentación, a través dos herbívoros e peixes, contamina rápidamente cada eslabón e vaise concentrando, do mesmo xeito que o DDT. O resultado é que cando chega ao home, tope da cadea de alimentación, pode haberse concentrado varias veces e resultar letal, xa que se acumula sobre todo na medula ósea e no cerebro, danando a mediano e longo prazo os tecidos cerebrais e o sistema nervioso central. O mercurio tamén ten a posibilidade, de acordo ás condicións ambientais, de pasar a unha forma volátil e distribuírse amplamente, aumentando os riscos que ocasiona.

En definitiva, que podemos facer nós como cidadáns coas pilas:

Non xuntar pilas porque se concentran os riscos.
Non mesturar as pilas novas coas usadas porque se reduce a vida útil de ambas.
Utilizar preferentemente artefactos conectados á rede eléctrica.
Non tirar as pilas á cloaca, xa que finalmente chegan ao río e poderían contaminar a auga.
Non queimar ningún tipo de pilas nin baterías.
Non deixar as pilas ao alcance dos nenos.
Non utilizar aparellos a pilas cando poden ser reemprazados por outros.
A solución total para este problema non existe. Un conxunto de medidas concordantes entre si, pode mitigalo. Mentres se avanza en que os que producen fágano sustentablemente, é dicir dando tamén solucións aos problemas que producen os seus produtos unha vez usados, por nós, os usuarios, Non lles brindemos a solución.
Colaboremos en mitigar o potencial dano ao hábitat pero presionemos con leis que obriguen a que as solucións e as tecnoloxías bríndenas os que están lucrando con produtos que saben que non son inocuos para o ambiente.

4. que consumo enerxético representan?

A quinta actividade podería ser facer un cálculo aproximado da enerxía media que supón o gasto en pilas no seu propio país, ou o número medio que compra ao ano cada un de nós.
Cada ano úsanse miles de millóns de pilas en todo o mundo; só en Estados Unidos utilízanse 2500 millóns de pilas anualmente. A maioría de pilas que se tiran proveñen de reloxos, radios, máquinas de afeitar, máquinas de fotos e xoguetes.
Unha pila require 50 veces máis enerxía na súa fabricación que a que ela mesma producirá.
Si se ve obrigado a usar pilas, cómpreas recargables. Pódense usar ata 1000 veces antes

de tiralas. O tipo de pila que utilizan as cámaras fotográficas e os aparellos para xordos adoitan conter altos niveis de mercurio, polo que deben ser devoltas ao establecemento para depositalas de xeito seguro. Algúns fabricantes de pilas organizan programas de recuperación.
Os países da Unión Europea dispoñen de sistemas de recolleita especial. Fai anos que entrou en vigor unha directiva comunitaria para o depósito seguro de pilas.
En 2000 recuperáronse preto de 750 toneladas de cadmio de pilas usadas. Tirar as pilas co resto do lixo é depositalas nun vertedoiro. Alí, os ácidos do interior da pila liberan o mercurio e o cadmio tóxicos.
No Reino Unido ao redor de 14 toneladas de chumbo, oito toneladas de mercurio, cinco toneladas de cadmio e pequenas cantidades de níquel e magnesio, procedentes das pilas, acaban nos vertedoiros. Se os lixiviados do vertedoiro alcanzan os suministros de auga, créase un grave problema de contaminación.
Pensemos ademais que calquera proceso de descontaminación supón case sempre un engadido de consumo de enerxía.
Sexta actividade concienziación cidadá, as tres erres

REDUCIR, REUTILIZAR, RECICLAR
Diminúa a súa dependencia das pilas utilizando a rede eléctrica. Se non ten máis remedio que usalas, elixa aquelas que conteñan menos produtos perxudiciais, a maioría especifícanos no envoltorio. Considere a posibilidade de utilizar cargadores de enerxía solar. Recambie as pilas cando empecen a debilitarse, non espere a que se esgoten. Comprobe no seu municipio existen depósitos para a recolleita de pilas. Se non é así, demande a súa instalación. Pregunte aos vendedores se están dentro do sistema nacional de recolleita de pilas ou se as almacenan para depositalas en contenedores especiais.
(Extraído da parte III do libro REDUCIR, REUTILIZAR, RECICLAR de JanMcHarry).

5. Algunhas cifras sobre as pilas

No mercado da UE comercialízanse cada ano aproximadamente

800 mil toneladas de baterías de automóbiles.
190 mil toneladas de baterías industriais.
160 mil toneladas de pilas de uso doméstico.

Recollidas anualmente, a recollida varía moito segundo os países os belgas os máis concienciados 230 gramos por persoa, mentras que no Reino Unido so chegan a 2 gramos por persoa.
Estes datos refírense a aquelas que teñen certos niveis de cadmio, mercurio e chumbo, que de uso doméstico so supoñen o 7%,
Declaración de intencións na UE

Obxectivos 160 gramos por persoa e ano, o que equivale entre catro e cinco por persoa.

Retirar o 80% de pilas Ni- Cd

Retirar e recoller o 100% das baterías de vehículos e industriais.
Retira e recoller o 90% de uso doméstico.
Reciclar todo o chumbo e o 65% do peso medio das baterías.
Reciclar todo o cadmio e o 75% do peso medio das reciclables.

Referencias consultadas

http://www.buenosdiasplaneta.org/libros/r3.htm

http://www.monografia.com/química/index.shtml