



## TÍTULO DE PATENTE No. 368334

**Titular(es):** UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

**Domicilio:** Lascurain de Retana No. 5, Colonia Centro, 36000, Guanajuato, Guanajuato, MÉXICO

**Denominación:** MÉTODO QUÍMICO DE SEPARACIÓN DE MERCURIO DEL ÓXIDO DE ZINC EN BATERÍAS ELECTRÓNICAS DE DESECHO.

**Clasificación:** **CIP:** C22B3/32; B01D11/02; C22B3/00; C22B3/10; C22B3/20; C22B19/20; C22B19/34; C22B43/00  
**CPC:** C22B19/34; C01G9/02; C22B43/00; H01M4/481; H01M10/54; H01M10/285; H01M10/0427

**Inventor(es):** BARBARA GONZÁLEZ ROLÓN

### SOLICITUD

Número:	Fecha de Presentación:	Hora:
MX/a/2014/008216	3 de Julio de 2014	14:15

**Vigencia:** Veinte años

**Fecha de Vencimiento:** 3 de julio de 2034

**Fecha de Expedición:** 10 de septiembre de 2019

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6º fracción III, 7º BIS 2 y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V inciso a), sub inciso ii), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), sub inciso ii), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º inciso a) y antepenúltimo párrafo, del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente oficio se signa con firma electrónica avanzada (FIEL), con fundamento en los artículos 7 BIS 2 de la Ley de la Propiedad Industrial; 3o de su Reglamento, y 1 fracción III, 2 fracción V, 26 BIS y 26 TER del Acuerdo por el que se establecen los lineamientos para el uso del Portal de Pagos y Servicios Electrónicos (PASE) del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, en los trámites que se indican.

### SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS BIOTECNOLÓGICA, FARMACÉUTICA Y QUÍMICA

#### EMELIA HERNÁNDEZ PRIEGO



Cadena Original:  
EMELIA HERNANDEZ PRIEGO|00001000000405397295|Servicio de Administración Tributaria|56||MX/2019/87079|MX/a/2014/008216|Título de patente normal|1223|GAGV|Pág(s) 1|HgalVfVj|bUpsqugvwEY8gkPEF0=

Sello Digital:  
Jk2qGQECmwEtfcmK0x6TlkGRrUek7rKus4/8NVrBjGPONf7Tu/0bEqw+A1J8XzBSQuC22igR9YVhovL7F4xQeodOc6T5A1kbl15uK+DLdnZcWh+LMT6eaB1LiXO8csiHSxfA4fGfIZwQMRdeko87d+p+rOYjPvecgW/3DsfpxO6JX27ehqoS3EiLmwSfasFTKJnq7uCT4TcNAzC0ibO2+3Z7CG2G0qkBXdAD+xGDRtRuK8RQxrrTB8ryCXuitcSmE95r2eat/WP36HUXkGxqhwtdVmHNxiG4BmhENmG8bVCM7xc+Nqf6p0o6BxoWwQQ22hCyA1Kk+LILSJQSG+EA==



## MÉTODO QUÍMICO DE SEPARACIÓN DE MERCURIO DEL ÓXIDO DE ZINC EN BATERÍAS ELECTRÓNICAS DE DESECHO

### OBJETIVO DE LA INVENCIÓN

5 Lograr la separación del mercurio del óxido de zinc mediante una metodología basada en principios químicos que pueda ser implantada como alternativa para el reciclaje de pilas y baterías de desecho para frenar la contaminación del ambiente para estas entidades. Además de generar recursos a partir de los desechos, ya que los materiales recuperados son de alto valor para diversas aplicaciones tecnológicas debido a la muy alta pureza química  
10 que exhiben.

### ANTECEDENTES

Actualmente tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo no existe ningún procedimiento universalmente aprobado en cuanto a la eficacia y la seguridad  
15 medioambiental en los procesos de reciclado de pilas y baterías.

Algunas comunidades ofrecen procesos de recolección de pilas y baterías. Sin embargo, los programas de recolección no implementan el reciclado efectivo de los diferentes componentes de las pilas y baterías, y con excepción de las pilas de botón de óxido de plata, el reciclamiento de las primeras supone muy poca o ninguna compensación económica. En efecto, durante la reparación habitual de relojes y de otros aparatos electrónicos, algunos joyeros pueden recolectar pilas de óxido de plata para recuperar su contenido en plata sin la recuperación de los otros componentes que al igual que la plata son tóxico y valiosos para otras aplicaciones; no obstante, aparte de esta alternativa, se  
20  
25 recicla un número reducido de pilas de botón.

Muy pocos lugares en el mundo poseen un sistema de reciclaje completo. En México, y en los países latinos, por ejemplo, no se reciclan pilas, y el tratamiento que existe de ellas sólo consiste en recolectarlas y encapsularlas en bloques de concreto con el fin de evitar que su

contenido se derrame y dañe el medio ambiente en algunos países como Chile y México no se hace ni eso, pero el compuesto tóxico sigue estando presente. Agreguemos a esto que siempre, cualquiera que sea el método de disposición, existe la alta probabilidad de que estos metales se liberen y contaminen el medio circundante. Los metales de mayor peligro en el medio ambiente, presentes en las pilas de uso doméstico, son el cadmio, manganeso, mercurio, níquel y zinc. En nuestro país se desechan aproximadamente 20 millones de pilas al año, gravísimo si se toma en cuenta que cada una de ellas posee una alta concentración de materiales peligrosos y altamente tóxicos y que con un proceso de recuperación podrían tener aplicaciones tecnológicas, con lo cual se evitaría que contaminen las aguas subterráneas y el suelo. Con el paso del tiempo, cuando las pilas se acumulan en los vertederos, pierden la carcasa y se derrama su contenido metálico. Estos metales, infiltrados desde el vertedero, contaminan las aguas subterráneas y el suelo, y se introducen en las cadenas alimentarias naturales, las mismas de las que se nutre el ser humano fauna y flora. Si las pilas son incineradas, las emanaciones resultantes dan lugar a elementos tóxicos volátiles, contaminando el aire. ¿Qué puede suceder - por ejemplo - con el mercurio presente en la composición de las pilas?

Esta sustancia (el mercurio) se oxida mezclado con la basura y se libera al ambiente. Este metal, y varios de sus compuestos, son bastante insolubles, por lo que podrían quedar relativamente inmovilizados en tierra o depositados en el fondo de ríos y lagos. Sin embargo, los microorganismos presentes en estos ecosistemas lo pueden transformar en metil-mercurio, de mayor toxicidad y movilidad ambiental.

Esta sustancia orgánica, a diferencia del mercurio inorgánico, atraviesa fácilmente las membranas celulares, debido a que es liposoluble y, por lo tanto, una vez que ingresa en la cadena alimentaria, a través de los herbívoros y peces, contamina rápidamente cada eslabón y se va concentrando. ¿El resultado?... que cuando llega al hombre, tope de la cadena alimentaria, puede haberse concentrado varias veces y resultar letal, ya que se acumula sobre todo en la médula ósea y en el cerebro, dañando a mediano y largo plazo los tejidos cerebrales y el sistema nervioso central.

Además, el mercurio también tiene la posibilidad de pasar a una forma volátil y distribuirse ampliamente, aumentando los riesgos que ocasiona.

- 5 ¿Qué habría que hacer para que esto no sucediera? En este método químico se propone la recuperación selectiva de los materiales que contienen las pilas y baterías usadas para aplicaciones posteriores en particular la recuperación del mercurio del óxido de zinc.

10 Actualmente hay pocas plantas de reciclado de pilas. La energía que se consume en el proceso de incineración para luego condensar el mercurio, es enorme. Los residuos que quedan en el horno son recobrados por reducción carbo-térmica. El manganeso y el hierro son recobrados como ferro-manganeso. La técnica de la incineración permite destruir el material y convertirlo en ceniza inerte. Los constituyentes más volátiles, como el cadmio, el mercurio y el zinc, se incorporan a los gases en forma de partículas finas. La proporción de  
15 estos contaminantes descargados al medio ambiente depende de la efectividad de operación del equipo. En general, podemos decir que todo el proceso genera un gasto superior e irre recuperable en lo que concierne a la recomposición de los materiales. El manejo de esos residuos de combustión, por el que algunos de los metales pueden convertirse en compuestos móviles como cloruros, representa un riesgo adicional en este proceso.

20

La patente WO 2011/013149 del inventor Federica Martini con título recuperación de plomo en forma de compuesto de plomo de alta pureza a partir de lodo de pasta de electrodo recuperado de baterías de plomo desechadas y/o minerales de plomo. Describe un proceso en húmedo para recuperar el contenido de plomo de pasta de electrodo o lodo  
25 impuros de baterías de plomo desechadas y/o minerales de plomo, en forma de compuesto de plomo de alta pureza, comprende: a) suspender el material impuro que contiene el plomo en una solución acuosa disolvente del sulfato de plomo de una sal perteneciente al grupo compuesto de los acetatos de sodio, potasio y amonio; b) agregar a la suspensión ácido sulfúrico en una cantidad suficiente para convertir todos los óxidos de plomo en sulfato de  
30 plomo soluble en la solución de sal de acetato y agregar lentamente a la suspensión

cualquiera de peróxido de hidrógeno o un sulfito o burbujear anhídrido sulfuroso a su través, en una medida adaptada para reducir cualquier dióxido de plomo a óxido de plomo convertido eventualmente por el ácido sulfúrico en sulfato de plomo soluble; c) separar una solución limpia de sal de acetato que contiene sulfato de plomo disuelto, de un residuo en fase sólida que incluye todos los compuestos impurezas no disueltos; d) agregar a la solución separada de sulfato de plomo cualquiera de carbonato o hidróxido del mismo catión de la sal de acetato de la solución disolvente del sulfato de plomo, para precipitar carbonato/oxicarbonato de plomo u óxido o hidróxido de plomo de alta pureza, respectivamente, mientras se forma sulfato del catión, soluble en la solución de sal de acetato; y e) separar el compuesto de plomo precipitado de alta pureza de la solución de sal de acetato que ahora contiene también sulfato del mismo catión de la sal de acetato. La solución de sal de acetato que contiene también sulfato del mismo catión de la sal de acetato, separada del compuesto de plomo precipitado, se recicla hacia el paso a) y el contenido de sulfato del mismo catión en la solución se mantiene por debajo del límite de saturación por enfriamiento continuo o periódico de al menos una porción de la solución separada del compuesto de plomo precipitado, para causar la cristalización selectiva de la sal de sulfato del mismo catión de la sal de acetato, y removerla como subproducto. Opcionalmente, la fase sólida separada que comprende compuestos insolubles de plomo y/o concreciones no disueltas de compuestos de plomo es tratada en hidróxido caliente concentrado del mismo catión de la sal de acetato seleccionada, y se convierten estos compuestos de plomo y/o concreciones no disueltas de compuestos de plomo en plumbitos solubles, y el licor alcalino separado que contiene plomo puede agregarse a la solución limpia de acetato para precipitar todo el plomo recuperable en forma de óxido o hidróxido de plomo de alta pureza.

25

La patente WO2005FR00814 del inventor Tedjar Farouk; Foudraz Jean-Claude consiste en un método de procesamiento de todos los tipos de baterías de ánodo de litio por el método ambiente. La temperatura hidrometalúrgico descrito se puede tratar en condiciones de seguridad las baterías que comprenden un ánodo de litio metálico que contiene o de litio insertada en un compuesto de lo que permite la inserción de separación anódica y la

30

recuperación de los recintos de metal, los contactos de los electrodos, óxidos metálicos y de cátodo de sales de litio.

En la patente KR20070095466 del inventor SOHN JEONG SOO, se proporciona un método para la recuperación de zinc a partir de pilas de manganeso de desecho a recuperar sólo una alta pureza de zinc y realizar un proceso de recuperación subsiguiente de metales valiosos simple y más conveniente. Un método para la recuperación de zinc a partir de pilas de manganeso de desecho incluye las etapas de: (a) pilas de manganeso de desecho rotura usando tratamiento físico, sometiendo el producto resultante a separación magnética, y la obtención de una muestra de polvo a través de una malla (b) mezclar la muestra de polvo con  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  tal como una solución de lixiviación de 25 - 60 ° C para preparar una disolución electrolítica (c) agitar la solución electrolítica a 400-800 rpm y (d) poner los electrodos en la solución electrolítica de agitación y la aplicación de una corriente eléctrica a los electrodos.

15

La patente KR20030011737 del inventor Han Kyoo Seung, proporciona un método y un aparato para reciclar baterías secundarias de litio mediante el uso de reflujo electroquímica, que puede recuperar compuestos de cobalto utilizadas para el cátodo material activo de las baterías secundarias de litio recién producidos. El método para el reciclaje de baterías secundarias de litio comprende las etapas de: seleccionar baterías secundarias de litio de residuos y la separación de cátodos de las baterías secundarias de litio mediante la eliminación de los materiales de embalaje de plástico exteriores disolviendo los cátodos separados en un reactor que contiene una solución de agua alcalina con 100°-200° C, el ajuste de la condición de reflujo electroquímica para el material disuelto y la extracción de los compuestos de cobalto selectivamente sobre un electrodo de reacción en el reactor, la recuperación de los compuestos de cobalto y el lavado y el secado. Y el aparato para reciclar las baterías secundarias de litio contiene el reactor, un par de reacción de electrodos, un recipiente exterior que cubre la parte inferior del reactor y calentando la solución de agua alcalina, y un condensador montado en la parte superior del reactor.

30

La patente PT1148571 del inventor SERSTEVENS ANDRE T. Es un proceso para el reciclado de la sal y las baterías alcalinas de todos los tamaños y tipos; comprende un esquema de tres etapas de clasificación, tratamiento mecánico y el tratamiento hidrometalúrgico. Un proceso para el reciclado de las baterías de todos los tamaños  
5 comprende una sucesión de tres etapas: (a) una fase primaria para la clasificación de pilas recogidas (b) una segunda fase de tratamiento mecánico de las pilas por molienda, separación magnética del producto molido, fraccionamiento granular del material molido no ferrosos y la separación cualitativa de las partículas grandes 7 fracciones se separan designada: ferrosos, multas, medio, jeroglífico, no ferrosos, plásticos y papel (c) una tercera  
10 fase de tratamiento físico o físico-química de las fracciones, el ferrosos y no ferrosos que se valoriza y la fracción de plástico que se lava en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y HNO<sub>3</sub> y drenado.

El proceso se caracteriza en que, en la tercera fase de la fracción media se vuelve a moler y se integra con la fracción fina para formar un grupo de masas Negro este es sometido a un tratamiento hidrometalúrgico que comprende las etapas de: (I) lavado de sosa cáustica; (II)  
15 la filtración y el lavado para extraer cloruros, amonio, potasio y otras sales solubles; (III) por ataque ácido solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en la presencia de Fe para disolver Zn y Mn; (IV) la reducción del grupo por H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en presencia de un agente antiespumante para disolver residual Mn; (V) el ajuste del pH por el amoníaco, ZnO o MnO<sub>2</sub>; (VI) la floculación del grupo, permitiendo la separación de una solución rica en sulfatos de Zn y Mn; (VII) la  
20 purificación de la solución mediante ajuste del pH con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; (VIII) la cementación de Cu, Cd, Hg y Pb con polvo de Zn y eliminación por filtración; (IX) la formación de complejos de Ni con etilxantato de sodio o de potasio después del ajuste de pH y filtración y (X) la valorización de los sulfatos de Zn y Mn en solución o después de la precipitación.

## 25 PROBLEMA TÉCNICO

La pila contiene diferentes metales en su composición, como mercurio (la mayoría de las pilas alcalinas y de óxido de plata) o cadmio (pilas recargables), aunque también otros metales, como el manganeso, el níquel y el zinc. Algunas pilas contienen cantidades residuales de mercurio añadido intencionalmente, incluidas todas las pilas de botón; las  
30 pilas de litio no contienen mercurio. El mercurio se añade para impedir la generación de

gases internos, lo que por otra parte podría producir fugas o ruptura de la pila, y a su vez el riesgo potencial de causar lesiones al usuario o daños al equipo.

En reconocimiento del problema específico de determinadas pilas de botón, la ley federal sobre utilización de pilas de 1996 de Estados Unidos (U.S. Federal Battery Management Act) permite la inclusión de hasta 25 miligramos de mercurio por pila alcalina. Una legislación similar por estados permite un límite de 25 miligramos para otros productos químicos de botón, incluido el óxido de plata y el platino. Las baterías de botón gastadas contienen una pequeña cantidad de mercurio que, dependiendo del tamaño de la pila, podría implicar que no superaran la prueba para determinar la característica de toxicidad por lixiviación (TCLP) de Estados Unidos y ser catalogadas como residuo peligroso.

En México actualmente se desechan las pilas de botón gastadas a través de los programas municipales para eliminación de residuos sólidos. El proceso de reciclaje de las baterías de litio, incluidas las cilíndricas, las prismáticas y las de botón es nulo, respecto a los rellenos de terreno, hay que reconocer que en la descarga de estos productos, encontraremos una acumulación de metales que pueden generar descargas eléctricas y gases inflamables.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El método químico de separación de Mercurio del Óxido de Zinc en baterías electrónicas de desecho, en lugar de seguir el procedimiento actual de eliminación que se sigue en procesos como los descritos en las patentes antes mencionadas, los materiales se reintegran a diferentes procesos tecnológicos mediante la recuperación por métodos químicos y mecánicos controlados y seguros, así las proporciones de las sustancias tóxicas vertidas al medio ambiente disminuyen considerablemente.

El método que se describe aquí, difiere de los antes mencionados en los antecedentes debido a que se emplea una recuperación de los electrolitos de las pilas como: KOH, Zn(OH)<sub>2</sub>, HgO, ZnCl<sub>2</sub>, AgNO<sub>3</sub> MnO<sub>3</sub> a partir de soluciones acuosas, ácidas o básicas; estas

substancias en muchos de los casos son tóxicas. Aquí se describe el mejor método químico, para poder obtenerlas como sales de alta pureza mediante síntesis químicas que no impliquen encarecer el proceso y sean suficientemente puras para poder ser empleadas nuevamente para la obtención de semiconductores metaloorgánicos en forma de películas, las cuales se obtendrían por el método de *spin* en la síntesis de nuevos productos.

Las diferentes sustancias que actúan como electrolitos, tales como KOH, Zn(OH)<sub>2</sub>, HgO, ZnCl<sub>2</sub>, AgNO<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, generalmente se recuperan a partir de soluciones acuosas, ácidas o básicas. El procedimiento químico para la separación específica del Óxido de Zinc (ZnO) y el Mercurio (Hg) comprende las siguientes etapas:

- a) Se disuelve el contenido de la pasta del electrodo de la pila en agua destilada.
- b) La mezcla obtenida se calienta a una temperatura entre 28°C y 32°C con agitación magnético.
- 15 c) Se agrega CH<sub>3</sub>COOH a la solución del paso anterior hasta obtener un pH 3, así el ZnO se disuelve y el Hg se mantiene sin cambio. Al lograr solubilizar todo el ZnO, el método pasa al siguiente paso.
- d) Se filtra la solución obtenida en el paso anterior con papel filtro del No. 4 el cual tiene una porosidad de 20-25 μm, el Hg se queda en el papel filtro y el ZnO solubilizado pasa a través del papel filtro.
- 20 e) El Hg del filtro se lava con una mezcla de agua destilada y CH<sub>3</sub>COOH con pH 3 para asegurar que no quedan trazas de ZnO.
- f) La solución filtrada se calienta hasta sequedad lográndose obtener un sólido con ZnO.
- g) Al sólido se agrega agua destilada, HCl y HNO<sub>3</sub>.
- 25 h) Se le da agitación magnética a la solución y se calienta a una temperatura entre 28°C y 32°C. Se mantiene evaporando hasta lograr la precipitación del ZnO.
- i) El precipitado se filtra con papel filtro No. 40 el cual tiene una porosidad de aproximadamente 8 μm, obteniendo así el ZnO.

La separación de óxido y metal por este método es sencilla y los compuestos obtenidos son lo suficientemente puros para poder ser empleados nuevamente en diversas aplicaciones en la industria.

## 5 Bibliografía

[1] Raymond Chang Química 9a. Edición Mc. Graw Hill

[2] D. Soog., D. West., Holler, Crouch “Fundamentos de Química Analítica” 8a. Edición 2007.

[3] A. D. Garnovskii, B I. Kharisov “Direct Synthesis of Coordination and Organometallic Compounds.

10 [4] M. A. Meyers, R.O. Ritchie, M. Sarikaya Nano and Microstructural Design of Advanced Materials. Elsevier 1er. Edition 2003.

“Estrategias Ambientales : Las decisiones ambientales y los protagonistas”

Autor : Nancy Mac Kay. ©2000.

<http://www.ecovolta.org.ar>

15 <http://europa.eu/scadplus/leg/es/lvb/l21202.htm>

<http://waste.ideal.es/pilas.htm>

## REIVINDICACIONES

1.- Método químico de separación de mercurio (Hg) del óxido de zinc (ZnO) en baterías electrónicas de desecho, que comprende las siguientes etapas:

- a) Disolución del electrodo de una batería en agua destilada;
- 5 b) Calentamiento de la mezcla obtenida;
- c) Solubilización del Zn al agregar  $\text{CH}_3\text{COOH}$  a la solución del paso anterior;
- d) Filtrado de la solución para separar el Hg;
- e) Lavado del Hg con agua destilada y  $\text{CH}_3\text{COOH}$  para eliminar rastros de ZnO;
- f) Deseccación de la solución por medio de temperatura hasta obtener un sólido;
- 10 g) Mezcla del sólido con agua destilada, HCl y  $\text{HNO}_3$ ;
- h) Agitación magnética y calentamiento de la solución hasta lograr la precipitación del ZnO;
- i) Filtrado del precipitado para obtener el ZnO.

2.- El método descrito en la reivindicación 1, que se caracteriza porque la temperatura de calentamiento en la etapa b) se encuentra entre  $28^\circ\text{C}$  y  $32^\circ\text{C}$ .

3.- El método descrito en la reivindicación 1, que se caracteriza porque la etapa c) se lleva a cabo hasta alcanzar un pH 3.

4.- El método descrito en la reivindicación 1, que se caracteriza porque en la etapa d) se utiliza un filtro con porosidad de 20-25  $\mu\text{m}$ .

20 5.- El método descrito en la reivindicación 1, que se caracteriza porque en la etapa e) la mezcla de agua destilada y  $\text{CH}_3\text{COOH}$  tiene un pH 3.

6.- El método descrito en la reivindicación 1, que se caracteriza porque en la etapa h) la temperatura de la solución se mantiene entre  $28^\circ\text{C}$  y  $32^\circ\text{C}$ .

25 7.- El método descrito en la reivindicación 1, que se caracteriza porque en la etapa i) se utiliza un filtro con porosidad de aproximadamente 8  $\mu\text{m}$ .

## RESUMEN

- La presente invención “Método Químico de Separación de Mercurio del Óxido de Zinc en Baterías Electrónicas de Desecho” consiste en un método alternativo para el reciclaje de pilas y baterías de desecho que emplea una recuperación de los electrolitos de las pilas a partir de soluciones acuosas, ácidas o básicas. Estas sustancias en muchos de los casos son tóxicas y dañinas para el medio ambiente. Aquí se describe el mejor método químico para poder obtenerlas como sales de alta pureza mediante síntesis químicas que son suficientemente puras para poder ser empleadas nuevamente en la fabricación de nuevos productos.
- 5
- 10 Se describe el procedimiento para lograr la separación del mercurio y el óxido de zinc mediante una metodología basada en principios químicos que pueda ser implantada como alternativa para el reciclaje de pilas y baterías de desecho para frenar la contaminación del ambiente para estas entidades. Además de generar recursos a partir de los desechos, ya que los materiales recuperados son de alto valor para diversas aplicaciones tecnológicas debido
- 15 a la muy alta pureza química que exhiben.