

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

*Recuperación de metales preciosos
contenidos en la chatarra electrónica*

APOYO AL FORTALECIMIENTO DE CUERPOS ACADÉMICOS EN
FORMACIÓN

PROPUESTA DESARROLLADA POR

Dra. Sara Angélica Cortes Llamas

M. en C. Saúl Gallegos Castillo

Dra. Irma Idalia Rangel Salas

Guadalajara, Jal. Marzo de 2017

Recuperación de metales preciosos contenidos en la chatarra electrónica

Descripción del problema a resolver:

Por siglos, el oro ha sido considerado un metal precioso debido a la alta estabilidad ante agentes corrosivos, así como sus propiedades conductoras.¹ En el crecimiento exponencial de los desarrollos tecnológicos, el oro ha desempeñado un papel importante como materia prima para fabricar circuitos eléctricos de alta resolución que requieran baja resistencia al paso de corriente, tal como es el caso de los circuitos enfocados a comunicación de datos (microprocesadores, tarjetas madre, memorias RAM, etc.). Sin embargo, el progreso tecnológico acelerado, ha generado que los equipos adquiridos por los consumidores, sean remplazados continuamente. Esta situación ha generado un problema de acumulación de chatarra electrónica (chatarra-e) a tal grado que, dichos desechos son considerados hoy en día, una fuente de extracción de metales.

¿Cuál es la necesidad que se pretende resolver?

La acumulación vertiginosa de los desechos-e a nivel mundial ha generado un gran problema de contaminación, por lo que existe una necesidad apremiante de protocolos de reciclaje que permitan darle un valor agregado a la chatarra-e.

Antecedentes:

La chatarra electrónica está compuesta de plásticos (30%), óxidos refractarios (30%) y metales (40%). Generalmente, las cantidades de los metales son las siguientes (% en peso): 0.02-0.05 Au, 0.1-0.2 Ag, 0.01-0.005 Pd, 14-18 Cu, 1-2 Ni, 4-6 Sn, 2-4 Pb, 5-8 Al y 1-3 Fe. Por lo tanto, una de las principales fuerzas motrices económicas para el reciclaje de chatarra-e, es la recuperación de metales preciosos, particularmente oro y paladio.²

La chatarra electrónica se recicla mediante procesos mecánicos, pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos. El procesamiento mecánico de chatarra se utiliza normalmente como pretratamiento y su principal objetivo es separar los componentes de la chatarra inicial. Dicho procesamiento, la chatarra se tritura, clasifica y separa (por diferencias de densidad, peso, tamaño, propiedades magnéticas, etc.) de los diferentes compuestos incluidos en los desechos. Después de cada paso de trituración, la fracción resultante está, en general, ya enriquecida en un cierto material. Después del último paso, el concentrado y los desechos se pueden refinar adicionalmente mediante clasificación de aire / o hidráulica y separación de densidad. En el proceso de pirometalurgia,³ la chatarra que contiene metales preciosos se funde en común con chatarra de cobre hasta una temperatura elevada en la que los metales se mantienen y la matriz de conexión, por ejemplo, los polímeros, se quema. En el proceso de hidrometalurgia, los metales se liberan de la matriz por inmersión en una solución apropiada, a temperaturas elevadas.⁴ La química implicada en tales procesos es la oxidación de los metales con el fin de extraerlos y llevarlos a la solución. Las soluciones se someten entonces a procedimientos de separación tales como extracción electrolítica, extracción con disolvente, precipitación, cementación, intercambio iónico, filtración y destilación para aislar y concentrar los metales de interés.⁵

En nuestro grupo de investigación, hemos reportado el uso de varios sistemas de lixiviación del oro en polvo, tales como $K_3[Fe(CN)_6]/NaCl/NaOH$ y $Fe^{3+}/H_2O_2/NaCl/HCl$.^{6,7} En el presente proyecto planteamos estudiar la actividad de dichos sistemas para la lixiviación de metales preciosos a partir de chatarra-e.

Objetivo general y objetivos específicos que persigue el proyecto:

Objetivo general: Desarrollar un sistema eficiente para la lixiviación de metales preciosos a partir de la chatarra electrónica.

Objetivos específicos:

- 1) Caracterizar la chatarra-e para conocer sus componentes principales y el contenido metálico.
- 2) Sintetizar ligantes potenciales para la lixiviación del oro en polvo.
- 3) Realizar estudios de lixiviación de los metales preciosos contenidos en la chatarra-e.

Justificación y metodología

Este proyecto plantea a través de un proceso hidrometalúrgico (lixiviación), llevar a cabo la extracción de los metales preciosos contenidos en la chatarra electrónica.

En la primera etapa se realizará la caracterización de la chatarra-e para identificar sus principales componentes y cuantificación de los metales presentes, así mismo, se sintetizarán compuestos orgánicos que serán evaluados como agentes lixiviantes. En la segunda etapa, se llevarán a cabo los estudios de lixiviación de la chatarra-e utilizando los sistemas de lixiviación previamente reportados por nuestro grupo de investigación para la lixiviación del oro en polvo; se estudiará el alcance y selectividad de dichos sistemas para la lixiviación de metales preciosos.

Las técnicas de caracterización que se utilizarán a lo largo del proyecto serán: Espectroscopia de absorción atómica, Análisis Termogravimétrico, Difracción de rayos-X, Resonancia magnética nuclear, Infrarrojo, UV-Vis, Técnicas electroquímicas

Resultados esperados a corto y mediano plazo

Tesis de Doctorado: 1

Tesis de Licenciatura: 2

Artículo en revista indizada: 1

Grupo de Trabajo:

Dra. Sara Angélica Cortés Llamas (integrante del CA)

Dra. Irma Idalia Rangel Salas (integrante del CA)

M. en C. Saúl Gallegos Castillo (integrante del CA)

Dr. José Miguel Velázquez López (colaborador del CA)

Dra. Erika Roxana Larios Durán (colaborador UdG)

Dr. José Guadalupe Alvarado Rodríguez (colaborador externo CA-UAEH-74)

M. en C. Leticia Lozada Rodríguez (estudiante de doctorado)

Est. L.Q. Omar Gómez Belli (estudiante de licenciatura)

Se pretende incorporar otro estudiante de L.Q. para desarrollo de tesis sobre síntesis de ligantes.

Infraestructura disponible para la realización del proyecto en la IES de adscripción del CA

Caja de guantes: Marca Braun, modelo UNILAB (1200/780)

Equipo de secado de disolventes por columna: Marca Braun, modelo MB-SPS

Espectrofotómetro de absorción atómica: Marca Varian SpectrAA 220

Análisis termogravimétrico: TA Instruments, Discovery TGA

Difracción de rayos-X (UAEH)

Resonancia magnética nuclear: Marca Anasazi (a 60 MHz), Marca Jeol JNM-ECA-600 (a 600 MHz)

Espectrofotómetro de Infrarrojo: Marca Thermo-Scientific, Modelo Nicolet iS5 con iD5 ATR

Espectrofotómetro UV-Vis: Marca Thermo-Scientific, Modelo Genesys 10S

Técnicas electroquímicas: Bipotenciostato

Cronograma de actividades (Indicando las actividades del CA donde se manifieste la colaboración entre los/as integrantes en el caso del fortalecimiento)

Actividad/Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Caracterización de la chatarra-e	X	X										
Síntesis de ligantes potenciales	X	X	X	X	X	X	X	X				
Pruebas de lixiviación			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Presupuesto solicitado para la realización del proyecto sólo para un año

Categoría de Recursos solicitados	Recursos solicitados/Actividad	Caracterización de la chatarra-e	Síntesis de ligantes potenciales	Pruebas de lixiviación
Infraestructura física	Consumibles menores	40,000	50,000	50,000
	Herramientas y accesorios	20,000		
	Equipo de laboratorio			44,000
Recursos de investigación	Apoyo a la formación de recursos humanos		30,000	30,000
	Asistencia a congresos		18,000	18,000
Total del proyecto para un año:				300,000

Referencias

¹ *Gold Mining in the 21st Century*; McCracken, D., Ed.; Primera.; Keene Engineering Co.: Chatsworth, CA, USA, **2000**.

² *Recovery of gold from secondary sources—A review*. S. Syed. *Hydrometallurgy*, **2012**, 115, 30–51.

³ *Recovering precious metals from electronic scrap*. Hoffmann, J.E. *J. Miner. Metall. Mater. Soc.* **1992**, 44 (7), 43–48.

⁴ *Recovery of precious metals from electronic scrap by hydrometallurgical processing routes*. Quinet, P., Proost, J., Van, A.L., *Min. Metall. Process*, **2005**, 22 (1), 17–22.

⁵ *The chemistry of gold extraction*; Marsden, J. O.; House, C. I., Eds.; Second.; Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.: Littleton, Colorado, USA, **2006**.

⁶ *Solución para la lixiviación de metales preciosos*. Número de solicitud de patente nacional: MX/a/2015/017284, 14 diciembre **2015**. Número de solicitud de patente internacional: PCT/IB2016/057581, 13 diciembre **2016**.

⁷ *Solución para la lixiviación de metales preciosos*. Número de solicitud de patente nacional: MX/a/2016/017215, 20 diciembre **2016**.