

ANÁLISIS CUALITATIVO DE UNA MUESTRA DE CUATRO CATIONES MEDIANTE VOLTAMETRÍA DE REDISOLUCIÓN ANÓDICA, UNA ESTRATEGIA METODOLÓGICA

QUALITATIVE ANALYSIS OF A SAMPLE OF FOUR CATIONS THROUGH ANODIC STRIPPING VOLTAMMETRY, A METHODOLOGICAL STRATEGY

Sergio Hernández Hernández¹, Carlos Franco Ortega².

Resumen

En este trabajo se emplea como metodología de análisis la voltametría de redisolución anódica para separar e identificar Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} y Pb^{2+} en solución. Las señales de cada catión aparecen en el voltamograma y son identificadas, de acuerdo su potencial de media onda.

Esta estrategia metodológica resultó muy motivadora para los estudiantes del curso de química analítica cualitativa de la carrera de química ambiental de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Esta motivación permitirá a los estudiantes que la usen cuantitativamente en los cursos de química de aguas y análisis instrumental y la apliquen como metodología de aprendizaje-servicio en distintas comunidades de la Región del Bío Bío.

Palabras clave: Análisis cualitativo, voltametría cíclica, metodología

Abstract

In this paper the anodic stripping voltammetry is used to separate and identify Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} and Pb^{2+} in solution as analysis methodology. Each ion signals shown in voltammogram clearly appear and were identified according to the half wave potential, characteristic for each one of them.

This methodological strategy was very motivating for the qualitative analytical chemistry course from environmental chemistry career at the Católica de la Santísima Concepción University. This motivation allows students to use it quantitatively in water chemistry and instrumental analysis courses for application in the service-learning methodology in different communities of the Bío Bío Region.

Keywords: qualitative analysis, stripping voltammetry, methodology

1 Departamento de Química ambiental, Facultad de Ciencias Universidad Católica de la Santísima Concepción: hernande@ucsc.cl, cfranco@ucsc.cl

Introducción

Los métodos clásicos en química analítica cualitativa han sido las marchas sistemáticas tanto en la separación de cationes como aniones, junto a las reacciones específicas con reactivos inorgánicos y orgánicos para su identificación, además han sido muy formativos desde hace mucho tiempo (Vogel, 1983; Buscarons, 1986). Debido a que estos métodos analíticos requieren una gran cantidad de reactivos tóxicos y no tóxicos, hoy día, por razones de contaminación ambiental, se han modificado los procedimientos analíticos (Arribas, 1990), también se sugieren alternativas computacionales (De la Guardia, 1987; Binder, 1979).

En los últimos años se han incorporado diversas técnicas analíticas para el análisis cualitativo de cationes y aniones, tales como la cromatografía instrumental, electroforesis, espectrofotometría y voltametría cíclica, donde sus características principales son la reducción del tiempo de análisis y la reducción de residuos tóxicos para el ambiente (Burriel, 1998). En lo que se refiere a las técnicas voltamétricas para el análisis cualitativo de cationes, se encuentran la voltametría cíclica y de redisolución anódica, donde se han comparado los resultados obtenidos con estas técnicas y las clásicas de análisis cualitativo de cationes (Hernández, 2014; Hernández, 2016).

Una de las técnicas para el análisis cualitativo y cuantitativo de cationes, es la voltametría de redisolución anódica. Esta técnica de alta sensibilidad, implica una reducción de los cationes en solución y su electrodeposición en un electrodo de gota de mercurio. Posteriormente se hace un barrido anódico, obteniéndose un voltamograma claramente definido, donde aparece en el potencial de media onda, característico de cada catión (Pingarrón, 2003; Skoog, 2008).

En este trabajo se separan e identifican por voltametría de redisolución anódica los cationes Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} y Pb^{2+} presentes en una solución mezcla.

Metodología

Voltametría de redisolución anódica

El análisis cualitativo de la mezcla de cuatro iones metálicos Cinc, Cadmio, Cobre y Plomo se realiza por voltametría de redisolución anódica en un polarógrafo MDE 150 acoplado a un analizador polarográfico PAR modelo POL 150. Esta técnica analítica se basa en la preconcentración de los cationes en la superficie de un electrodo de gota de mercurio y posterior redisolución desde el electrodo a la solución.

Reducción $M^{n+} + ne^- \rightarrow M^0$,

Oxidación $M^0 \rightarrow M^{n+} + ne^-$

-Electrodo de referencia Ag/AgCl (KCl 3 mol L⁻¹)

-Electrodo auxiliar platino

-Electrodo de trabajo gota suspendida de mercurio

-Agitación 400 rpm

-Flujo N₂ 1 Bar

-Electrolito soporte HCl 12 mol L⁻¹

-Solución estándar Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} y Cu^{2+} de 100 µg L⁻¹ cada una.

En la cubeta se colocan 5000 µL de agua miliQ, 25 µL de HCl 12 mol L⁻¹, en la primera adición se agregan 10 µL del estándar y se ejecuta el barrido, luego se agrega a la cubeta 20 µL del estándar, se realiza un nuevo barrido y finalmente se agrega 40 µL del estándar hasta obtener el voltamograma de separación de los cuatro cationes.

Programa utilizado en la determinación fue el siguiente:

Tiempo de electrólisis	Tiempo de purga	E inicial	E final
400 s	30 s	-1000 mV	60 mV

Resultados y discusión

Voltametría de redisolución anódica

La Figura 1 muestra el resultado del análisis voltamétrico cualitativo de Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} y Cu^{2+} ; con tres adiciones estándar de la mezcla de los cuatro patrones, cuya cuantificación analítica fue demostrativa en el laboratorio de análisis instrumental. La identificación de cada catión se realizó teniendo en consideración la aparición de la señal en el valor del potencial de media onda, característico de cada catión y que es dependiente de la naturaleza del electrolito soporte, por lo que en voltametría se utiliza como herramienta cualitativa para identificar las especies reducibles u oxidables (Walton, 1983; Rouessac, 2003).

Secuencia de Aparición de Potenciales de media onda

Zn^{2+}	Cd^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}
-910 mV	-666 mV	-590 mV	-80 mV

Figura 1. Voltamograma de la mezcla de los cationes Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} y Cd^{2+} 

Conclusiones

Se concluye en este trabajo que la utilización de la voltametría de redisolución anódica en la separación e identificación de los iones Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} y Pb^{2+} resultó exitosa y motivadora para los alumnos de química analítica cualitativa. La incorporación temprana de manera demostrativa de esta técnica instrumental polarográfica de alta sensibilidad, motivó a los estudiantes para que más adelante la usen cuantitativamente en los cursos de química de aguas, análisis instrumental y la apliquen en la metodología aprendizaje-servicio en lagunas, ríos y canales de la región del Biobío.

Bibliografía

- Arribas S. 1990 Análisis Cualitativo Inorgánico sin el empleo del H_2S . Editorial Paraninfo. Madrid. pp. 9-95, 1990.
- Binder, B. Qualitative Analysis Simulation. J. Chem. Educ. 56,[2] pp. 108-111, 1979.
- Burriel F., F. Lucena, S. Arriba, J. Hernández. Química Analítica Cualitativa, Editorial Paraninfo. Madrid. pp. 334- 340, 1998.
- Buscarons, F., F. Capitán; L. Capitán. Análisis Inorgánico Cualitativo Sistemático. Editorial. Reverté. España. pp. 142-173, 1986.
- De la Guardia. M., M.E. Gómez., J.M. González., A. Jiménez., A. Salvador. La Simulación con Ordenador en la Enseñanza de la Química Analítica. Enseñanza de las Ciencias N.º Extra. pp. 221-222, 1987.
- Hernández. S., Franco. C. Comparación de dos técnicas analíticas: Voltametría Cíclica y Marcha Sistemática en el Análisis Cualitativo de Cu^{2+} , Hg^{2+} y Ag^+ . Rev. Chil. Educ. Cient. 13, [2], pp. 25-28, 2014.
- Hernández. S., Franco. C. Separación e identificación de Cu^{2+} , Cd^{2+} y Pb^{2+} mediante tres técnicas analíticas: Voltametría de redisolución anódica, Cromatografía en papel y Marcha sistemática. Rev. Chil. Educ. Cient. 15, [1], pp. 37-41, 2016.
- Pingarrón J., P. Sánchez. Química Electroanalítica Fundamentos y Aplicaciones. Editorial Síntesis. Madrid. pp. 282-287, 2003 .
- Rouessac. F., A. Rouessac. Análisis Químico Método y Técnicas Instrumentales Modernas. Editorial Mc Graw Hill. Madrid. pp. 385-387, 2003.
- Skoog D. A., F.J. Holler, S. Crouch. Principios de Análisis Instrumental. Editorial Cengage Learning. México. pp. 748-751, 2008.
- Vogel. A. Química Analítica Cualitativa. Editorial Kapelusz. Buenos Aires. pp. 235- 265, 1983.
- Walton. H., J. Reyes. Análisis Químico e Instrumental Moderno. Editorial Reverté. Barcelona. pp. 122-127, 1983.