

## MEMORIA FINAL

### Actuaciones Avaladas para la Mejora Docente, Formación del Profesorado y Difusión de Resultados Modalidad C

Identificación de la actuación	
Código:	AAC_12_23
Título:	INDOQUIM 2012

Responsable	
Apellidos y nombre:	García Moreno, M <sup>a</sup> de Valme
Correo electrónico:	valme.garcia@uca.es
Departamento:	Química Analítica

1. Describa la contribución a la actuación de cada uno de los participantes. Copie y pegue las líneas que necesite para contemplarlos a todos y disponga del espacio que necesite.

Apellidos y nombre:	Gil Montero Almoraima, Sánchez Márquez Jesús, García-Moreno M <sup>a</sup> de Valme, Calvente Pacheco Juan José
Actividad para la Enseñanza de la Interpretación de Respuestas Voltamperométricas Comunicaciones tipo póster. Código P209 del Libro de Resúmenes (ISBN 978-84-87543-17-3).	

Apellidos y nombre:	Muñoz Dorado, Manuel; Rodríguez García, Ignacio; Álvarez Corral, Mírian; Clemente Jiménez, Josefa; Las Heras Vázquez, Javier; Caballero, Ana; Prieto Cárdenas, Auxiliadora; García Barrera, Tamara; León Bañares, Rosa; Vígara Fernández, Javier; García Galindo, Juan Carlos; García Moreno, M <sup>a</sup> de Valme; Gil Montero, Almoraima; Palacios Santander, Jose María; Poce Fatou, Juan Antonio; Fernández-Lienres, María Paz; Ruiz Medina, Antonio; Fernández de Córdoba, María Luisa; Ballesteros García, Luis
Diseño de experiencias educativas para la adquisición de competencias relacionadas con la información química y con el trabajo en el laboratorio Comunicación Oral presentada por Muñoz Dorado, Manuel. Código O205 del Libro de Resúmenes ISBN 978-84-87543-17-3).	

Apellidos y nombre:	García-Moreno M <sup>a</sup> de Valme
Estrategias para despertar el interés por la química en alumnos de secundaria. El papel de las facultades. Mesa Redonda.	

Apellidos y nombre:	
---------------------	--

## 2. Aporte el producto final generado para la difusión

- Comunicación P209:
  - o Resumen de la comunicación extraída del libro de resúmenes,
  - o Póster presentado en el congreso y
  - o Certificado de la comunicación
- Comunicación O205
  - o Resumen de la comunicación extraída del libro de resúmenes y
  - o Certificado de la comunicación
- Participación en Mesa Redonda
  - o Certificado de participación

## Actividad para la Enseñanza de la Interpretación de Respuestas Voltamperométricas

Gil Montero A.<sup>a</sup>, Sánchez Marquez J.<sup>a</sup>, García-Moreno M.V.<sup>b</sup>, Calvente Pacheco J.J.<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Química Física, <sup>b</sup> Departamento de Química Analítica, Universidad de Cádiz

<sup>c</sup> Departamento de Química Física Universidad de Sevilla ([almoraima.gil@uca.es](mailto:almoraima.gil@uca.es))

**Palabras clave:** Innovación docente, Química

### 1. Introducción

Aunque los potenciostatos son fundamentales para el desarrollo de la investigación electroquímica, no se han utilizado frecuentemente en la docencia debido a su alto coste. Las posibilidades que brinda actualmente la electrónica para el manejo de señales, ha favorecido el desarrollo de un gran número de dispositivos de coste moderado, que se han ido incorporando en los laboratorios docentes, sobre todo en las áreas de química física y química analítica. Concretamente, este hecho ha impulsado el desarrollo de actividades prácticas basadas en técnicas electroquímicas transitorias [1–3]. Entre ellas, cabe destacar la voltamperometría cíclica, dada su gran potencialidad para obtener información termodinámica y cinética de un proceso redox mediante la aplicación de un barrido de potencial. Además de familiarizar al alumnado con la parte instrumental de estas técnicas, también es conveniente desarrollar actividades que lo introduzcan en el tratamiento e interpretación de las respuestas experimentales, con el fin de que pueda obtener información mecanicista del sistema. Para conseguir este objetivo, hemos desarrollado una actividad docente, consistente en interpretar la respuesta voltamétrica de un sistema experimental utilizando soluciones particulares de su mecanismo de reacción.

Concretamente, hemos empleado la respuesta voltamétrica de capa fina del par redox  $I_3^-/I^-$  en una disolución acuosa 1M  $H_2SO_4$  [4], ya que se trata de un sistema interesante, tanto por sus propiedades quimicofísicas como por sus aplicaciones en los dispositivos fotovoltaicos electroquímicos. Esta actividad está dirigida a los alumnos de los últimos cursos de grado, o incluso de posgrado y máster, que ya se han familiarizado con los aspectos teóricos y prácticos de las técnicas electroquímicas. Su realización implica tres etapas con diferentes niveles de trabajo a nivel individual, y en grupos de tamaño variable, para favorecer el trabajo colectivo.

### 2. Metodología

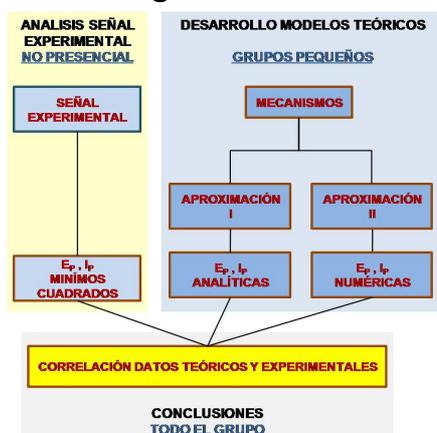


Figura 1. Esquema de la actividad

La actividad que presentamos se plantea en tres etapas, según el esquema de la figura 1: 1) tratamiento de la señal experimental, 2) desarrollo de los modelos teóricos y 3) conclusiones.

1) La etapa inicial se puede llevar a cabo como actividad no presencial. En ella el alumno obtiene la señal experimental a partir de la bibliografía y, posteriormente, determina la intensidad ( $I_p$ ) y el potencial de pico ( $E_p$ ) mediante un ajuste polinómico, con el software gratuito UCA-AMC incluido e “programas CTPM” dentro de “software” en la dirección [http://www2.uca.es/dept/quimica\\_fisica/](http://www2.uca.es/dept/quimica_fisica/), basado en el método de los Mínimos Cuadrados.

2) La segunda etapa se basa en el análisis teórico del mecanismo de reacción (I), en el que partiendo de una especie reducida se obtiene un dímero (I.a), que posteriormente sufre una reacción de acoplamiento padre-hijo (I.b):

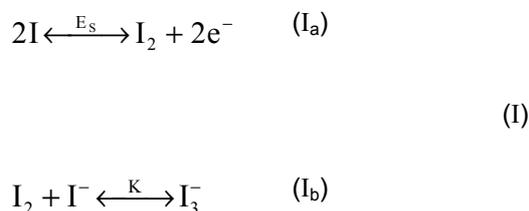


Figura 2 Esquema del mecanismo.

Para simplificar la derivación de las soluciones, se consideran dos casos límites correspondientes a valores suficientemente pequeños y grandes de la constante de equilibrio de la reacción de acoplamiento padre-hijo, respectivamente. En el primer caso, se obtienen soluciones analíticas, tanto para el potencial como para la intensidad de pico; mientras que para el segundo caso, se obtiene una solución implícita, que se resuelve numéricamente. Para ello se ha desarrollado el software UCA-FSR, incluido en “programas CTPM” dentro de “software” en la dirección [http://www2.uca.es/dept/quimica\\_fisica/](http://www2.uca.es/dept/quimica_fisica/), que, además de calcular los valores de intensidad y potencial de pico, permite realizar un análisis estadístico y evaluar el grado de correlación entre los datos experimentales y teóricos. Dado que esta actividad requiere el seguimiento del profesor, consideramos que se debe llevar a cabo de forma presencial en grupos pequeños.

3) En la tercera etapa se lleva a cabo una comparación de los datos experimentales con las predicciones teóricas correspondientes a los dos casos límites del mecanismo anterior, con el fin de establecer cuál es el más adecuado y determinar sus parámetros quimicofísicos. Se discuten las consecuencias de las aproximaciones efectuadas, y se busca bibliografía para su confirmación. Para que esta etapa sea lo más enriquecedora posible, consideramos que se debe realizar en grupo.

### 3. Conclusiones

Se ha diseñado una actividad docente para familiarizar a los alumnos con la interpretación teórica de las ondas voltamétricas de un par redox, utilizando las soluciones (analíticas o numéricas) correspondientes a casos particulares de un mecanismo de reacción con realimentación.

### Bibliografía

- [1] Rowe, A. A.; Bonham, A.J.; White R. J.; Zimmer, M. P.; Yadgar, R. J.; et al. (2011), “Do-It-Yourself” Potentiostat for Analytical and Educational Applications, *PLOS ONE* 6(9).
- [2] Van Benschoten, J. J.; Lewis, J. Y.; Heineman, W. R.; Roston, D. A.; Kissinger, P. T. (1983), Cyclic voltammetry experiment, *Journal of Chemical Education* 60: 772-774.
- [3] King, D.; Friend, J.; Kariuki, J. (2010) Measuring Vitamin C Content of Commercial Orange Juice Using a Pencil Lead Electrode, *Journal of Chemical Education* 87: 507–509.
- [4] Rodríguez, J. F.; Mebrahtu, T.; Soriaga, M. (1987). Determination of the surface area of gold electrodes by iodine chemisorption, *Journal of Electroanalytical Chemistry* 233: 283-289.

# Actividad para la Enseñanza de la Interpretación de Respuestas Voltamperométricas



Gil Montero A.<sup>a</sup>, Sánchez Marquez J.<sup>a</sup>, García-Moreno M.V.<sup>b</sup>, Calvente Pacheco J.J.<sup>c</sup>  
<sup>a</sup> Departamento de Química Física, <sup>b</sup> Departamento de Química Analítica, Universidad de Cádiz  
<sup>c</sup> Departamento de Química Física Universidad de Sevilla  
 (almoraima.gil@uca.es)

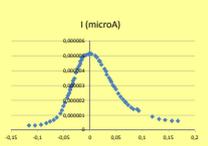


En este trabajo se ha diseñado una actividad docente para familiarizar a los alumnos con la interpretación teórica de las ondas voltamétricas de un par redox, utilizando las soluciones (analíticas o numéricas) correspondientes a casos particulares de un mecanismo de reacción con realimentación.

## ANÁLISIS SEÑAL EXPERIMENTAL

### NO PRESENCIAL

#### SEÑAL EXPERIMENTAL



Datos de partida (E-E0)

Se toman un conjunto representativo de datos entorno al máximo y se ajusta un polinomio de tercer grado

$$I = a_0 + a_1E + a_2E^2 + a_3E^3$$


Programa UCA-AMC (Ajuste por Mínimos Cuadrados)

$$\frac{\partial I}{\partial E} = 0 \Rightarrow a_1 + 2a_2E_{pico} + 3a_3E_{pico}^2 = 0$$

### $E_p, I_p$ MÍNIMOS CUADRADOS

## DESARROLLO MODELOS TEÓRICOS

### GRUPOS PEQUEÑOS

#### MECANISMOS

Este etapa consiste en el análisis teórico del mecanismo de reacción (I), en el que partiendo de una especie reducida se obtiene un dímero (I.a), que posteriormente sufre una reacción de acoplamiento padre-hijo (I.b)

$$\left. \begin{array}{l} 2I^- \xrightarrow{E_s} I_2 + 2e^- \quad (I.a) \\ I_2 + I^- \xrightarrow{K} I_3^- \quad (I.b) \end{array} \right\} (I)$$

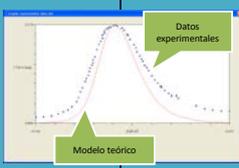
#### APROXIMACIÓN I

$$2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$$

Parámetros experimentales: Concentración inicial, ...



Datos experimentales: E-E0 (V) e Intensidades (microA)



Datos experimentales

Modelo teórico

### $E_p, I_p$ ANALÍTICAS

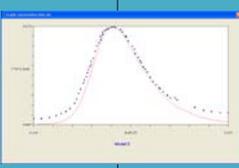
#### APROXIMACION II

$$3I^- \rightarrow I_3^- + 2e^-$$

Resultados de la aplicación de los modelos



Parámetros relacionados con el cálculo numérico



### $E_p, I_p$ NUMÉRICAS

### Programa UCA-FSR (Father and Son Reaction)

## TODO EL GRUPO

### CONCLUSIONES

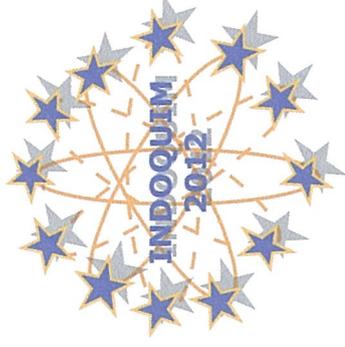
#### CORRELACIÓN DATOS TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES

El software UCA-FSR además de calcular los valores de intensidad y potencial de pico, permite realizar un análisis estadístico y evaluar el grado de correlación entre los datos experimentales y teóricos.



Universitat  
de Barcelona

## INDOQUIM 2012



El comité organizador de la VII Reunión de Innovación Docente en Química (INDOQUIM 2012), celebrado en Barcelona del 10 al 13 de Julio de 2012,

CERTIFICA que la comunicación:

**TÍTULO: Actividad para la Enseñanza de la Interpretación de Respuestas Voltamperométricas**

**AUTORES: Gil Montero A., Sánchez Marquez J., García Moreno M.V.;**  
**Calvente Pacheco J.J.;**

ha sido presentada como COMUNICACIÓN POSTER en dicho evento.

Barcelona, 13 de Julio de 2012

Gemma Fonrodona Baldajos  
Presidentes del Comité Organizador

José Barbosa Torralbo

## Diseño de experiencias educativas para la adquisición de competencias relacionadas con la información química y con el trabajo en el laboratorio

Muñoz Dorado, M.<sup>a</sup>; Rodríguez García, I.<sup>a</sup>; Álvarez Corral, M.<sup>a</sup>; Clemente Jiménez, J.<sup>a</sup>; Las Heras Vázquez, J.<sup>a</sup>; Caballero, A.<sup>b</sup>; Prieto Cárdenas, A.<sup>b</sup>; García Barrera, T.<sup>b</sup>; León Bañares, R.<sup>b</sup>; Vígara Fernández, J.<sup>b</sup>; García Galindo, J.C.<sup>c</sup>; García Moreno, M.V.<sup>c</sup>; Gil Montero, A.<sup>c</sup>; Palacios Santander, J.M.<sup>c</sup>; Poce Fatou, J.A.<sup>c</sup>; Fernández-Liencre, M.P.<sup>d</sup>; Ruiz Medina, A.<sup>d</sup>; Fernández de Córdoba, M.L.<sup>d</sup>; Ballesteros García, L.<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Almería, <sup>b</sup>Universidad de Huelva, <sup>c</sup>Universidad de Cádiz, <sup>d</sup>Universidad de Jaén ([mdorado@ual.es](mailto:mdorado@ual.es))

**Palabras clave:** Competencias de información química y de trabajo en laboratorio, ceiA3, tutoriales

Dentro de la adaptación al EEES, representantes de Química de las universidades andaluzas definieron las competencias específicas imprescindibles para obtener el Grado en Química [1]. Dicho trabajo conjunto ha llevado a que algunos de sus integrantes decidieran establecer una cooperación posterior en cuanto a estrategias de innovación docente, lo cual ha sido posible gracias a la constitución del Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3.

De esta forma, bajo la coordinación de la Universidad de Almería, hasta 19 profesores de las universidades de Cádiz, Huelva y Jaén, aparte de la citada UAL, y pertenecientes a distintas áreas de conocimiento, han elaborado material docente para ser compartido entre todas ellas, y aplicarlo principalmente a diferentes asignaturas del Grado en Química, aunque también a licenciaturas a extinguir, e incluso a materias de Máster.

El proyecto concedido por el ceiA3 consiste en trabajar conjuntamente algunas de las competencias determinantes para la capacitación laboral de un químico: aquellas referidas al manejo y gestión de la información química, así como las relativas a destrezas de trabajo en el laboratorio.

De esta forma, se han elegido varias asignaturas de Química y se han elaborado tutoriales (vídeos, presentaciones dinámicas...) que han sido compartidos entre universidades, con un diseño común en la forma de abordar la enseñanza-aprendizaje de determinada competencia, para intentar que el aprovechamiento por parte del alumno sea más productivo y más homogéneo en alumnos de diferentes universidades.

En cuanto al manejo y gestión de la información química, se han seleccionado 16 bases de datos relacionadas con distintos ámbitos de la química, que van desde las que contienen datos básicos, como las fichas internacionales de seguridad Química (FISQ) [2], pasando, obviamente, por bases sobre revistas científicas y patentes, como Scopus [3] o Scifinder Scholar [4], hasta otras de aplicación en campos más concretos como el Protein Data Bank [5] de contenido más bioquímico.

En cuanto a las habilidades y destrezas a adquirir en el laboratorio químico, se han elaborado tutoriales que permiten al alumno visualizar y/o comprender el procedimiento experimental que deben llevar a cabo, antes de realizar los experimentos, y que van desde técnicas simples como filtración a gravedad y vacío, hasta procesos complejos como análisis de pureza y calidad de grasas.

Una vez trabajadas las competencias en cada asignatura, manejo de las bases de datos y/o de las técnicas de laboratorio, son evaluadas por el profesor correspondiente. Los resultados obtenidos por Universidad y materia permiten realizar un estudio comparativo, tras una puesta en común de los profesores participantes, en la que puedan poner de manifiesto sus experiencias sobre la adquisición de las competencias por parte de los estudiantes. De esta forma se pueden sacar conclusiones a tomar en cuenta para la docencia en cursos venideros.

**Agradecimientos:** Queremos agradecer al Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3) la concesión de financiación para el desarrollo de este Proyecto de Innovación Docente.

**Bibliografía:**

- [1] [www.uco.es/organizacion/eees/documentos/nuevastitulaciones/comisiones/titulacion/ciencias/QUIMICA-definitiva.pdf](http://www.uco.es/organizacion/eees/documentos/nuevastitulaciones/comisiones/titulacion/ciencias/QUIMICA-definitiva.pdf)
- [2] [http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.a82abc159115c8090128ca10060961ca/?vgnnextoid=4458908\\_b51593110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD](http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.a82abc159115c8090128ca10060961ca/?vgnnextoid=4458908_b51593110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD)
- [3] <http://www.scopus.com/home.url>
- [4] <https://scifinder.cas.org>
- [5] <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>



## INDOQUIM 2012



El comité organizador de la VII Reunión de Innovación Docente en Química (INDOQUIM 2012), celebrado en Barcelona del 10 al 13 de Julio de 2012,

CERTIFICA que la comunicación:

**TÍTULO: Diseño de experiencias educativas para la adquisición de competencias relacionadas con la información química y con el trabajo en el laboratorio**

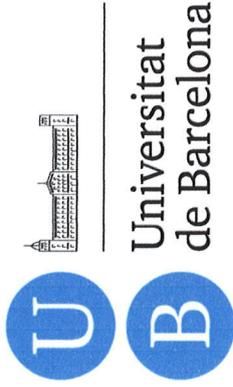
**AUTORES: Muñoz Dorado, M.; Rodríguez García, I.; Álvarez Corral, M.; Clemente Jiménez, J.; Las Heras Vázquez, J.; Caballero, A.; Prieto Cárdenas, A.; García Barrera, T.; León Bañares, R.; Vigara Fernández, J.; García Galindo, J.C.; García Moreno, M.V.; Gil Montero, A.; Palacios Santander, J.M.; Poce Fatou, J.A.; Fernández-Liencres, M.P.; Ruiz Medina, A.; Fernández de Córdoba, M.L.; Ballesteros García, L.**

ha sido presentada como COMUNICACIÓN ORAL en dicho evento.

Barcelona, 13 de Julio de 2012

Gemma Fonrodona Baldajos  
Presidentes del Comité Organizador

José Barbosa Torralbo



## INDOQUIM 2012



Los Presidentes del comité organizador de la VII Reunión de Innovación Docente en Química (INDOQUIM 2012), celebrado en Barcelona del 10 al 13 de Julio de 2012,

CERTIFICAN que D./D<sup>a</sup>. **Valme García Moreno** ha formado parte de la mesa redonda: *“Estrategias para despertar el interés por la Química en alumnos de secundaria. El papel de las Facultades.”* realizada en dicho evento.

Barcelona, 13 de Julio de 2012

Gemma Fonrodona Baldajos

Presidentes del Comité Organizador

José Barbosa Torralbo