

I CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA APLICADA A LA INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN  
Y ASAMBLEA GENERAL DE ISTECS 2019

# Sistema Arduino en las prácticas de Química: Aplicación a una celda electroquímica

**DIEGO RAÚL CREMA**

CIQA | Facultad Regional Córdoba | Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y Cátedra Química General |  
Departamento de Ingeniería Química | Facultad Regional Córdoba | Universidad Tecnológica Nacional  
(UTN)

**PABLO ANDRÉS GUERRERO**

CIQA | Facultad Regional Córdoba | Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y Control Automático de  
Procesos | Departamento de Ingeniería Química | Facultad Regional Córdoba | Universidad Tecnológica  
Nacional (UTN)

**DARÍO GONZALO GONELLA**

Cátedra Química General | Departamento de Ingeniería Química | Facultad Regional Córdoba | Universidad  
Tecnológica Nacional (UTN)

**MÓNICA ELSIE CRIVELLO**

CITeQ-CONICET | Facultad Regional Córdoba | Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y Cátedra  
Química General | Departamento de Ingeniería Química | Facultad Regional Córdoba | Universidad  
Tecnológica Nacional (UTN)

**PABLO DALMASSO**

CIQA | Facultad Regional Córdoba | Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

**HÉCTOR RUBÉN MACAÑO**

CIQA | Facultad Regional Córdoba | Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

## RESUMEN

*El estudio de la Química como ciencia básica y experimental en las carreras de ingenierías es un desafío constante. Permanentemente los docentes buscan captar la atención, desarrollar y favorecer la motivación y creatividad de los estudiantes. En la búsqueda de lograr un acercamiento a la Química y el entendimiento por parte de los estudiantes de Ingeniería Electrónica, se desarrolló un trabajo práctico que permita entender los principios de la electroquímica articulando materias de su especialidad con Química General, mediante la utilización de herramientas técnicas que permitan fijar conceptos teóricos mediante el desarrollo práctico, que les servirán en materias de niveles superiores.*

## PALABRAS CLAVE

*Celda electroquímica; sistema Arduino; interfaz; Labview.*

## 1. Introducción

En los últimos años, se ha observado que la falta de interés y motivación por parte de los estudiantes conlleva al desgranamiento de la asignatura, lo cual ya ha sido documentado por Oliver (2011). Si se tiene en cuenta la falta de conocimientos básicos previos que el estudiante debería adquirir en el nivel secundario, hace que la comprensión de los temas se torne muy dificultoso.

Por otro lado, los cambios técnico-científicos y socioeconómicos a nivel mundial han traído un marcado desarrollo en la Electrónica, produciéndose un salto tecnológico con la introducción de las técnicas más actuales que recomiendan mantener actualizados los contenidos de las asignaturas del plan de estudio de la especialidad de Ingeniería Electrónica (IE).

La relación que existe entre la IE y la Química ofrece una perspectiva optimista, ya que los progresos de una repercuten directamente en la otra, lo que proporciona nuevas posibilidades de aplicación, como, por ejemplo en biotecnología, la ingeniería biomédica, la inteligencia artificial, proyectos asistidos por computadoras, entre otras (Zabala-Duquesne, 2011).

Por parte de los docentes es un desafío poder captar la atención de los estudiantes y lograr que finalicen el ciclo lectivo. Con este propósito se planteó un trabajo práctico que vincule la asignatura Química General con la especialidad IE de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional, mediante el desarrollo y discusión de un trabajo independiente realizado por los estudiantes con el que pudieran comprender que una reacción química como la de óxido-reducción, pueda visualizarse por medio de una interfaz electrónica utilizando un sistema Arduino UNO. Con ella, se puede extraer y almacenar información para su posterior análisis de datos o simplemente visualizar a través de un entorno gráfico los valores de variación de potencial generados por medio de una reacción química de óxido-reducción.

## 2. Marco teórico

La carrera IE de la Facultad Regional Córdoba, perteneciente a la UTN, tiene por objetivo formar profesionales capacitados para afrontar con solvencia el planeamiento, desarrollo, dirección y control de sistemas electrónicos; abordar proyectos de investigación y desarrollo, administrando los recursos humanos y físicos necesarios.

El papel que la Química desempeña en el Plan de Estudio de esta especialidad, consiste en servir de base para interpretar objetos y operaciones que están en

directa relación con la electrónica. Es una disciplina básica que se relaciona con otras asignaturas de dicho plan, como Física, Física Electrónica, Dispositivos Electrónicos, Electrónica Aplicada. En IE, la asignatura Química General se dicta de manera anual en el segundo nivel de la carrera.

Si bien a partir de las definiciones de «Química» y «Electrónica» no se aprecia una relación directa de una con la otra, el adecuado uso de los conceptos químicos ha permitido, entre otras cosas, la fabricación y avances en dispositivos electrónicos. Este concepto no es detectado por los estudiantes de IE, quienes, en general, sostienen que «la Química no es importante para los electrónicos», como así también que se necesita un lenguaje especial y más difícil que otras asignaturas, con conceptos abstractos (Chang, 2013).

Además, los contenidos de estas asignaturas son tratados de forma similar a los libros de texto, es decir, con baja o nula contextualización del quehacer profesional, y a través de ejemplos desvinculados de la vida cotidiana, orientados solo a la simple memorización de una serie de reglas, hipótesis y formulas (Muñoz, 2012), que permitan responder a las necesidades educativas concretas de la currícula.

En el ciclo lectivo 2017, se inscribieron 353 estudiantes, de los cuales solo regularizó el 30 %, aproximadamente el 45 % abandonó antes del primer parcial y el 6 % finalizó el ciclo lectivo bajo la condición de «alumno libre», mientras que el 19 % no se presentó a rendir la totalidad de los exámenes previstos.

Teniendo en cuenta lo planteado, durante el ciclo lectivo 2018, y con la idea de contextualizarlos en su especialidad, se les propuso a los estudiantes de IE del curso 2R3, el desarrollo de un trabajo que vincule los conocimientos de la asignatura Química General con Electrónica.

### 3. Objetivos y metodología

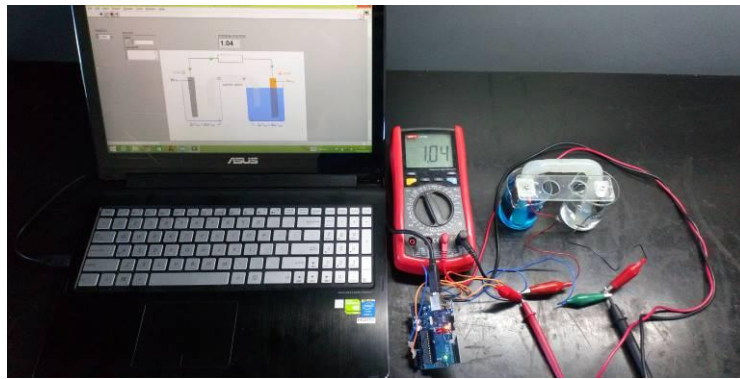
El objetivo de este trabajo fue motivar a los estudiantes de IE para que vinculen sus conocimientos de Química a la Electrónica. Para ello se les solicitó que demostraran, a través de una reacción química tipo óxido-reducción, el aprovechamiento del trabajo eléctrico generado por una celda electroquímica, para ser utilizado en otro proceso. Se diseñó una celda estándar de Zn/Cu, cuyo potencial teórico de celda es de 1,10 V, cuando se emplean soluciones 1M de ZnSO<sub>4</sub> y CuSO<sub>4</sub>. Por medio de una interfaz electrónica que permitió la adquisición y registro de datos, se pudo visualizar dicha información, la cual en un futuro se

podría utilizar para analizar e incluso ampliar el trabajo práctico a otras aplicaciones.

#### 4. Resultados

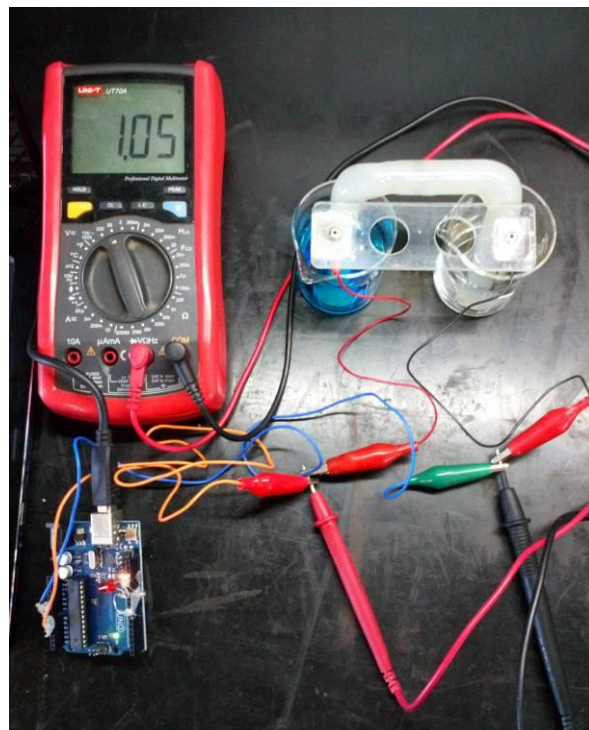
El trabajo práctico propuesto buscó que los estudiantes relacionen las distintas unidades (como leyes fundamentales de la química, estequiometría, enlace químico, equilibrio químico, pilas y electroquímica) con sus conocimientos en electrónica. El fundamento de tomar la unidad electroquímica para aplicar a un trabajo práctico se debe a que los estudiantes, en esta etapa, deberían haber desarrollado y comprendido temas básicos como por ejemplo la capacidad de una especie para oxidarse o reducirse con mayor facilidad, lo cual conlleva a especies con cargas (aniones-cationes), temática vista en Unidad N° 1 de «Leyes fundamentales de la química. Conceptos básicos de química. Nomenclatura y estequiometría». A la vez se relaciona con la Unidad N° 2 «Estructura atómica y tabla periódica», a través del entendimiento de las propiedades periódicas de los elementos para formar iones; la Unidad N° 3 «Enlace químico», aporta los conocimientos de estructuras geométricas y fuerzas intermoleculares entre las especies; la Unidad N° 6 «Termodinámica», aporta los fundamentos de espontaneidad; y la Unidad N° 8 «Equilibrio químico» permite comprender la importancia de la variación de las concentraciones de las especies en el potencial de una celda electroquímica. De esta forma se pretende que el estudiante pueda entender el desarrollo de la materia como un todo y no pensar que los temas son aislados y no tienen relación alguna entre ellos.

Este trabajo se realizó en colaboración con un docente de la especialidad, con la idea de: i) integrar asignaturas que aportan los conocimientos básicos de programación y sistema de adquisición de datos con Química General, y ii) brindar herramientas al estudiante de técnicas de selección y conexionado de una placa de adquisición dedicada. Para exponer los resultados del experimento se vinculó un multímetro a los electrodos de la celda y a través de ellos se conecta la placa Arduino UNO, la cual permite adquirir los datos, procesarlos y poder visualizarlos a través de una interfaz, que se programó en un entorno gráfico basado en Labview de National Instruments, disponible en la FRC-UTN con licencia estudiantil. En la Figura 1 se muestra la celda electroquímica conectada al sistema de adquisición y la visualización de datos.



*Figura 1: Sistema conectado*

En la Figura 2 se muestra el potencial medido a través del multímetro, que generó la celda; en tanto que, en la Figura 3 se muestra la interfaz gráfica, la cual por medio de software se puede visualizar el potencial de la celda que el sistema Arduino UNO lee a través del potenciómetro.



*Figura 2: Celda conectada al sistema Arduino UNO*

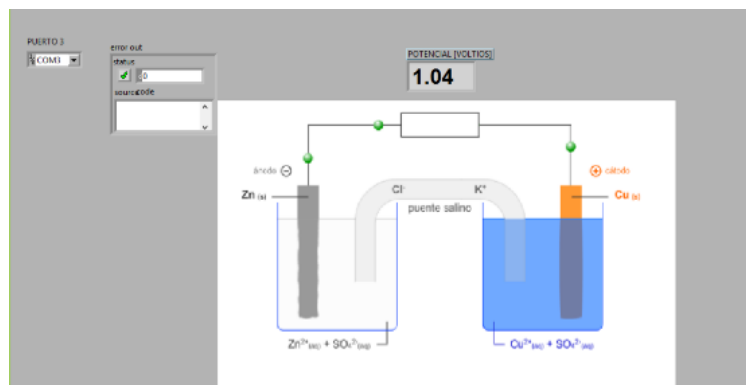


Figura 3: Visualización de resultados en la interfaz gráfica

Además, se demostró la aplicabilidad de la ecuación de Nernst, registrando el potencial de celda luego de variar la concentración de los reactivos, para lo cual se utilizaron soluciones de  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{ZnSO}_4$  de concentraciones diferentes a 1 M.

El interés de los estudiantes se manifestó de manera inmediata, surgiendo comentarios y observaciones que condujeron a la propuesta de transformar la celda electroquímica en una electrolítica. Esto se logró haciendo pasar una corriente eléctrica a través de los electrodos, utilizando como fuente de alimentación el multímetro en modo conductividad de diodo. El resultado observado fue que sobre el electrodo de zinc se depositó cobre, lo que permitió valorizar la reversibilidad de las reacciones planteadas. En la Figura 4 se muestra el momento en que uno de los grupos realiza la experiencia mediante la manipulación de la celda, contrastación de los valores mediante el multímetro y registro con el software.





Figura 4: Experiencia de los alumnos durante el trabajo práctico

## 5. Conclusiones y trabajos a futuro

El presente trabajo práctico permitió asociar de manera transversal Química General con materias del segundo nivel, como Informática II. Dicha asignatura aportó conocimientos e instrumental para poder llevar a cabo el trabajo integrador.

El entusiasmo presentado por los estudiantes permite afirmar que las experiencias planteadas pueden ser un instrumento positivo al momento de apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el cursado de los primeros años de IE, momento determinante en el afianzamiento del joven como estudiante de nivel superior. Por otro lado, la iniciativa posibilitó que ellos mismos valoraran las herramientas provistas por la asignatura Química General, para abordar situaciones propias de su especialidad.

En base a los buenos resultados obtenidos en esta experiencia, se continuará implementando este tipo de propuestas, teniendo en cuenta las sugerencias y aportes realizados por los estudiantes.

El trabajo práctico desarrollado tuvo como objetivo relacionar conceptos, motivar a los alumnos a formar parte de un proyecto interdisciplinario y que pudieran ver en una aplicación real los puntos en común entre IE y Química. La apuesta a futuro es que los estudiantes puedan utilizar el trabajo eléctrico de la celda para alimentar un dispositivo electrónico que realice algún tipo de accionamiento que puede ir desde el encendido de un diodo led pasando por el

funcionamiento de un ventilador. Otras de las temáticas en las que se podría emplear este concepto es en la de Equilibrio Iónico a partir de una titulación ácido-base, graficando la curva de titulación a través de la interfaz que lee los cambios de potencial. También se podrían desarrollar instrumentos de medición como el electrodo de pH, el cual mide un potencial de membrana para luego expresarlo en términos de valor de pH.

Por último, este trabajo, al ser desarrollado de manera conjunta entre ingenieros de la especialidad Electrónica y Química, permite comprender que, en la actualidad, tanto en la industria como en otros campos de trabajo como docencia e investigación, los aportes interdisciplinarios favorecen el desarrollo de nuevas ideas, perfeccionando los procesos, logrando mejores resultados y promoviendo la mejora continua.

## Bibliografía

- CHANG, RAYMOND & KENNETH A. GOLDSBY. (2013). ( Q) Química, 11va Edición Raymond Chang (Undécima edición). McGraw-Hill.  
<[http://archive.org/details/QQuimica11vaEdicionRaymondChang\\_201706](http://archive.org/details/QQuimica11vaEdicionRaymondChang_201706)>
- MUÑOZ, O. G. (2012). Praxis Docente y Desarrollo de Aprendizajes Significativos en el Nivel De 2° Medio en la Unidad de Química Orgánica. Universidad del Biobío.
- OLIVER, M. C., EIMER, G. A., BÁLSAMO, N. F., & CRIVELLO, M. E. (2011). Permanencia y abandono en química general en las carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional—Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC), Argentina. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(2), 117.
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL. (s.f.). Plan de estudio: Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional. Plan 95/adequado 2006.  
<[http://www.institucional.frc.utn.edu.ar/electronica/pub/file/Programas/segundo%20año/QUIMICA\\_Adequado\\_Anuual.pdf](http://www.institucional.frc.utn.edu.ar/electronica/pub/file/Programas/segundo%20año/QUIMICA_Adequado_Anuual.pdf)>
- ZABALA-DUQUESNE, F., & GUERRA-ORTIZ, M. (2011). Contribución de la Química a la Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones en el Instituto Superior Politécnico de Huambo. *Revista Cubana de Química*, XXIII(2), 5-9.