

## SECUENCIA DIDÁCTICA: LA CORROSIÓN Y SUS ALIADOS. DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN

---

GISELA HERNÁNDEZ MILLÁN / GLINDA IRAZOQUE PALAZUELOS  
Facultad de Química, UNAM

PATRICIA HUERTA RUIZ / YOSAJANDI PÉREZ CAMPILLO  
Escuela Nacional Preparatoria, UNAM

**RESUMEN:** En este trabajo se presenta un paquete didáctico que incluye una secuencia de actividades diversas sobre el tema corrosión, una página WEB que constituye la plataforma de uso de la secuencia y que contiene los materiales diseñados para alumnos y profesores. Se describen también los resultados obtenidos de la aplicación del paquete con dos grupos de estudiantes de bachillerato.

Esta propuesta forma parte de un proyecto de investigación que estamos desarrollando en la Universidad Nacional Autónoma de México cuyo objetivo general es diseñar, aplicar y evaluar paquetes temáticos tanto para el nivel bachillerato como para los primeros semestres de la licenciatura de las carreras de química. Este paquete constituye un material de apoyo a la do-

encia a la luz de las nuevas propuestas de la investigación educativa e involucrando particularmente, el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's). El conjunto de actividades que integran el paquete están diseñadas y secuenciadas dentro del marco de la *multialfabetización* para propiciar en los alumnos el desarrollo de habilidades y competencias científicas que le permitan aprender ciencia, hacer ciencia y construir modelos científicos a través de la adquisición de los recursos intelectuales necesarios para interactuar tanto con la cultura existente como para recrearla de un modo crítico y emancipador.

**PALABRAS CLAVE:** Actividades, aprendizaje, secuencia, didáctica.

### Introducción

Los resultados de la investigación de los últimos años indican que las instituciones educativas no están teniendo éxito en la formación de profesionistas capaces de aprender por sí mismos, de obtener la información necesaria y útil para su trabajo y en general con una buena cualificación laboral. En ese sentido, se apunta a la necesidad de generar propuestas educativas y materiales de apoyo a las mismas que propicien específicamente el desarrollo de estas habilidades y competencias.

En este sentido, una de las propuestas más prometedoras es la dirigida al desarrollo de secuencias de enseñanza-aprendizaje (Leach & Scott, 2002; Buty, *et al.*, 2004; Linjse & Klaassen, 2004; Méheut & Psillos, 2004; Tiberghien, *et al.*, 2009) que constituye un campo de investigación que se encuentra en efervescencia y delineando aún cuáles son las herramientas adecuadas para su evaluación.

La cultura del siglo XXI es multimodal, es decir, se expresa, produce y distribuye a través de múltiples tipos de soportes (papel, pantalla), mediante diversas tecnologías (libros, televisión, computadoras, teléfonos móviles, internet, DVD, etcétera), y empleando distintos formatos y lenguajes representacionales (texto escrito, gráficos, lenguaje audiovisual, hipertextos, etcétera). Por ello, desde hace, al menos, dos décadas distintos expertos, asociaciones y especialistas educativos reclaman la necesidad de que se incorporen nuevas alfabetizaciones al sistema educativo. Estas alfabetizaciones deben estar centradas bien en la adquisición de las competencias de producción y análisis del lenguaje audiovisual, en el dominio del uso de los recursos y lenguajes informáticos, o en el desarrollo de habilidades de búsqueda, selección y reconstrucción de la información. Por ello, muchos expertos han empezado a proponer nuevas alfabetizaciones (Area, Gros y Marzal, 2008): *Audiovisual, digital, informacional, y multialfabetización* por ejemplo.

Lo relevante, en este planteamiento, es el desarrollo de procesos formativos dirigidos a que cualquier sujeto aprenda a aprender (es decir, adquiera las habilidades para el autoaprendizaje de modo permanente a lo largo de su vida); sepa enfrentarse a la información (buscar, seleccionar, elaborar y difundir aquella información necesaria y útil); se cualifique laboralmente para el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación; y tome conciencia de las implicaciones económicas, ideológicas, políticas y culturales de la tecnología en nuestra sociedad.

Por esta razón, una meta educativa importante para las escuelas debiera ser la formación de los niños y jóvenes como usuarios conscientes y críticos de las nuevas tecnologías y de la cultura que en torno a ellas se produce y difunde. Planteamiento inspirado en las tesis de la alfabetización liberadora de Freire en el sentido de que la alfabetización no sólo es un problema técnico de adquisición de la mecánica codificadora de los símbolos de la lectoescritura, sino un aprendizaje profundo y global que ayuda al sujeto a emanciparse, a reconocer la realidad que le circunda y por lo tanto, a reflexionar sobre la misma y actuar en consecuencia con su pensamiento.

En definitiva, la *multialfabetización* debiera entenderse como el proceso de adquisición de los recursos intelectuales necesarios para interactuar tanto con la cultura existente como para recrearla de un modo crítico y emancipador y, en consecuencia, como un derecho y una necesidad de los ciudadanos de la sociedad informacional. El reto escolar, por tanto, será formar al alumnado como un usuario competente en el tratamiento de la información independientemente del vehículo o tecnología a través de la cual se transmite y cualificarlo para interactuar inteligentemente con variadas formas culturales.

## Objetivo

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer un paquete didáctico, específicamente sobre el tema de corrosión, que forma parte de un proyecto de investigación que se desarrolla en la UNAM y cuyos objetivos generales son: diseñar, aplicar y evaluar paquetes temáticos que incluyan actividades de aprendizaje que contribuyan a la alfabetización científica y a la multialfabetización de los estudiantes de química de bachillerato y primeros semestres de licenciatura en química. Y como objetivo particular, se tiene la creación de una página WEB interactiva que constituye la plataforma para que el alumno desarrolle sus actividades con la guía del docente.

## Justificación

Hoy día nadie pone en duda que saber ciencias es importante y, tampoco se cuestiona el papel relevante que en este terreno juega la enseñanza. Después de las reformas iniciadas en los Estados Unidos y el Reino Unido a partir de 1960, la didáctica de las ciencias se ha ido consolidando como un campo de investigación, pero sin duda es una ciencia joven y aún se sabe poco sobre cómo dar respuesta a los retos de las nuevas necesidades de educación científica. Aunado a lo anterior, la investigación en didáctica de las ciencias experimentales tiene el problema de la dificultad de su transferencia hacia la práctica. Los cambios que se deducen de ella no se refieren sólo a la aplicación de nuevas técnicas, sino también a cambios en las ideas o formas de concebir el currículo y éstas son mucho más difíciles de generalizar.

Como respuesta a lo anterior, la Facultad de Química y el bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México, iniciaron hace algunos años el proceso de cambio curricular. Sin embargo, las estadísticas actuales siguen mostrando para el bachillerato una

eficiencia terminal menor al 60%, mientras que el porcentaje de alumnos que eligen una carrera científica no supera el 8%. Esto significa que en México existe un número elevado de jóvenes para los que el bachillerato es la última oportunidad para cursar estudios formales y que los que sí continúan no eligen, en lo general, carreras científicas. Por ello, desde el ámbito de la docencia, es necesario trabajar en propuestas didácticas que incidan en el mejoramiento de estos números.

Por otro lado, también hay que considerar que el proceso de socialización cultural que está experimentando el actual alumnado del sistema educativo, es radicalmente distinto del que se vivió algunas décadas atrás. Los ahora adultos, pasaron por las aulas escolares con experiencias muy limitadas desde un punto de vista tecnológico.

Los niños y jóvenes de este siglo XXI, por el contrario, desarrollan en los ámbitos extraescolares muchas y variadas experiencias multimediáticas (con ordenadores, videojuegos, televisión, videos, etc.) y sobre todo están inundados de información muy diversa sobre todo tipo de acontecimientos, noticias o ideas. Para la juventud del tiempo actual, las tecnologías de la información y comunicación no sólo se han convertido en objetos normales de su paisaje vital y experiencia cotidiana, sino también en señas de identidad generacional que los distingue del mundo de los adultos. En este sentido pudiéramos decir que los niños y jóvenes nacidos en la última década del siglo XX son la primera generación nacida y socializada bajo las formas culturales idiosincrásicas surgidas por la omnipresencia de las tecnologías digitales. Esto debe ser considerado desde el ámbito escolar y por ello, con base en lo anterior, el presente trabajo pretende incidir por un lado, en la alfabetización científica y por otro, en la multialfabetización.

## Desarrollo

Como un ejemplo de los paquetes didácticos que se están elaborando, presentaremos el referente al tema de corrosión. Consta de un conjunto de actividades que involucran diversas estrategias de aprendizaje: la actividad experimental, la búsqueda de información, el aprendizaje basado en problemas y por supuesto el uso de TIC's. El paquete didáctico está pensado para desarrollarse en diversos espacios escolares: salón de clase, laboratorio experimental y laboratorio de cómputo.

La implantación de este paquete didáctico se tiene programado para diez sesiones de clase de cincuenta minutos, una breve descripción de dicho paquete, se muestra en la tabla No.1

**Tabla No. 1 Resumen de las actividades de la secuencia**

SECUENCIA DIDÁCTICA	La corrosión y sus aliados. ¿Cómo enfrentar a los aliados de la corrosión?		
PROGRAMA DE ESTUDIOS	Escuela Nacional Preparatoria: Química IV-Área I Facultad de Química: 2º semestre, tronco común		
TEMA	CORROSIÓN		
PROPÓSITO GENERAL	Que los alumnos comprendan la naturaleza electroquímica del proceso de corrosión y construyan una propuesta para evitarla y detenerla.		
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE (INTENCIONES EDUCATIVAS)	DIMENSIÓN 1 SABER ¿Qué SABERES se espera que los alumnos aprendan?	DIMENSIÓN 2 HACER ¿Qué SABER HACER se espera que los alumnos aprendan?	DIMENSIÓN 3 SER ¿Qué SER formar?
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reacciones de óxido-reducción.</li> <li>2. Oxidación de metales: corrosión.</li> <li>3. Prevención de la corrosión.</li> <li>4. Identificación de las variables que propician y determinan el fenómeno de la corrosión.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Predicción, observación y explicación de reacciones químicas.</li> <li>2. Manejo de material de laboratorio.</li> <li>3. Manejo de TIC's: búsqueda de información en la WEB, uso de laboratorio virtual.</li> <li>4. Diseño de experimentos que ayuden a responder sus propias preguntas.</li> <li>5. Construcción de propuestas para prevenir y detener la corrosión con base en lo aprendido con las actividades realizadas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estudiantes inquisitivos, con capacidad para realizar una investigación.</li> <li>2. Estudiantes que apliquen sus conocimientos para explicar fenómenos cotidianos de corrosión y sepan cómo evitarlos y controlarlos.</li> </ol>

<p>APRENDIZAJES ESPERADOS</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procesos de oxidación-reducción</li> <li>2. Oxidación de metales</li> <li>3. Maneras de prevenir la corrosión</li> </ol>
<p>NÚMERO DE SESIONES</p>	<p>Se trabajó cinco sesiones de 50 min y dos sesiones de 100 min, ya que el tema requiere del diseño y análisis de experimentos, análisis y discusión de los resultados y tiempo extra clase para trabajo a distancia en blogs y en la página donde se encuentran los materiales para el alumno.</p>
<p>CONTENIDOS (Tomados del programa de estudios)</p>	<p>Bachillerato: procesos electroquímicos, corrosión de metales, un proceso espontáneo y prevención de la corrosión. Licenciatura: fuerza relativa de oxidantes y reductores, potenciales de reducción, reacción química y electroquímica, predicción cualitativa de reacciones de óxido-reducción.</p>
<p>SITUACIÓN DIDÁCTICA</p>	<p>Planteamiento de preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué es la corrosión?</li> <li>2. ¿Quiénes son sus aliados?</li> <li>3. ¿Por qué y para qué prevenirla?</li> <li>4. ¿Cómo lo harías?</li> </ol>
<p>HABILIDADES A DESARROLLAR</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulación de preguntas.</li> <li>2. Manejo de material de laboratorio.</li> <li>3. Investigaciones que ayuden a responder sus propias preguntas.</li> <li>4. Desarrollo de habilidades de argumentación científica.</li> <li>5. Manejo de recursos informáticos y virtuales.</li> </ol>
<p>RECURSOS Y MATERIALES</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiales y reactivos para realizar experimentos.</li> <li>2. Laboratorio escolar, laboratorio de cómputo con los programas necesarios y conexión a Internet, cañón de proyección.</li> </ol>
<p>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actividad diagnóstica: reflexión y escrito sobre la corrosión y su importancia.</li> <li>2. Actividad experimental para casa: "<i>Herrumbre, herrumbre y más herrumbre</i>". El objetivo de esta actividad es que los estudiantes identifiquen las condiciones en las que se da el proceso de corrosión y expliquen en qué consiste este fenómeno, a través de la oxidación de clavos en diferentes medios.</li> <li>3. Actividad de indagación en la WEB: consulta de noticias sobre corrosión en México. Se proponen algunas y se pide que busquen otras. Que hagan un "ensayo" del impacto de la corrosión en nuestro país. El objetivo es que los estudiantes reconozcan la importancia de la prevención de la corrosión y relacionen sus efectos con actividades económicas, industriales y cotidianas.</li> <li>4. Experimentación en laboratorio virtual (YENKA) sobre <i>reactividad de metales</i>. El ob-</li> </ol>

	<p>jetivo de esta actividad es que el estudiante identifique posibles soluciones al problema de la corrosión, con base en las características químicas de los metales.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Lectura: <i>¿Cómo mantener la naturaleza a raya?</i> Se pide a los estudiantes que realicen la lectura del texto en casa. En la siguiente sesión se retoma la lectura para dar continuidad a las actividades.</li> <li>6. Actividad experimental: <i>El hierro no siempre se oxida igual</i>. El objetivo es estudiar la corrosión del hierro a través de la detección de los iones <math>Fe^{2+}</math> y <math>OH^-</math>.</li> <li>7. Experiencia de cátedra: <i>La oxidación y el oxígeno se divorcian</i>. El objetivo es que los estudiantes apliquen sus conocimientos a un fenómeno cotidiano como es la oxidación de una cuchara de plata y comprendan que no todos los procesos de oxidación implican reacción con oxígeno.</li> <li>8. Presentación de los diseños experimentales para contestar las preguntas que surgieron a partir del experimento anterior.</li> <li>9. Conclusiones sobre el proceso electroquímico de la corrosión.</li> </ol>
<p>EVALUACIÓN del aprendizaje</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realización de un ensayo</li> <li>2. Experimentos POE</li> <li>3. Prácticas en el laboratorio virtual</li> <li>4. Diseños experimentales integradores.</li> </ol>

## Evaluación de la propuesta

La secuencia didáctica se evaluó con los siguientes instrumentos: diario de clase elaborado por el profesor, diario de clase elaborado por los alumnos, portafolios y finalmente una evaluación experimental integradora, cuya resolución pone en juego todos los conceptos y habilidades desarrollados durante el trabajo de la secuencia.

Se analizaron los portafolios tomando en cuenta los criterios establecidos con anterioridad. De la información obtenida, se puede inferir que se alcanzaron en un buen porcentaje los objetivos de aprendizaje planteados.

El análisis del diario del profesor nos dio información importante en cuanto a los tiempos utilizados, la pertinencia de las actividades y las actitudes de los estudiantes al realizar las mismas. De este análisis surge la necesidad de acortar algunas actividades que resultaron un poco redundantes. Cabe mencionar también el entusiasmo e interés con el que los alumnos realizaron los experimentos.

Los resultados obtenidos del experimento realizado al final de la secuencia didáctica fueron también muy favorables.

Después de realizar los análisis mencionados, estamos procediendo a hacer las modificaciones pertinentes a la secuencia didáctica, para posteriormente ponerla a disposición de los profesores de química del nivel bachillerato y primeros semestres de la universidad.

## Conclusiones

Los resultados de esta investigación que se tienen hasta ahora son: el diseño, la secuenciación de las actividades del paquete didáctico sobre el tema de corrosión, su implementación en el aula y la evaluación de la unidad didáctica. Se desarrolló también, la página WEB que está conformada por dos secciones: una dirigida a los estudiantes que incluye las instrucciones, información y guías para el desarrollo de sus actividades y otra dirigida a los docentes en donde se presentan los objetivos del tema, la descripción y objetivos de cada una de las actividades, sugerencias de trabajo en el aula, bibliografía de consulta y apoyo, etcétera.

La evaluación del paquete didáctico nos indica que la utilización de este tipo de entornos, así como la propuesta integradora de los contenidos, contribuye al mejor aprendizaje del tema seleccionado.

## Referencias

- Area, M.; Gros, B. y Marzal, M.A. (2008). *Alfabetizaciones y tecnologías de la información y comunicación*. Síntesis. Madrid, España.
- Buty, C., Tiberghien, A. & Le Maréchal, J. F. (2004). Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences. *Int. J. Sci. Educ.*, 26(5), 579–604.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 25, No. 6, 645–670.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.
- Leach, J. & Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education*, 38, 115-142.
- Lijnse, P. & Klaassen, K. (2004). Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences. *Int. J. Sci. Educ.*, 26(5), 537–554.

Méheut, M. & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *Int. J. Sci. Educ.*, 26(5), 515-535.

Shakhashiri, B. Z. (1983). *Chemical demonstrations*. Vol. 1. Wisconsin. The University of Wisconsin Press.

Summerling, L. R., Borgford, C. L. y Ealy, J. B. (1988). *Chemical Demonstrations*, vol. 2, 2a ed. Washington, D. C., USA. American Chemical Society.

Tiberghien, A., Vince, J. & Gaidioz, P. (2009). Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. *Int. J. Sci. Educ.*, 31(17), 2275–2314.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo para la realización de este proyecto, a la Dirección General de Apoyo al Personal Académico de la UNAM, (DGAPA), a través del proyecto PAPIME PE204110.