

## **Ideas de los estudiantes sobre pilas galvánicas y libros de texto de Química de Bachillerato**

Joan Josep Solaz-Portolés\*, Beatriz Sanmartín y Vicent Sanjosé  
Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials.  
Universitat de València. España.

\*Joan.Solaz@uv.es

Recibido 18 de marzo Aceptado 22 de abril

### **Resumen**

En este trabajo se lleva a cabo una revisión bibliográfica en la que se recogen las concepciones alternativas de los estudiantes universitarios y de secundaria sobre celdas galvánicas. Además, se analizan libros de texto de 2º de Bachillerato españoles para conocer cómo se presentan los conceptos problemáticos relacionados con dichas celdas. Se concluye que los libros de texto tienen muchas deficiencias en esta cuestión que pueden dificultar el aprendizaje, y que se deberían introducir metodologías instruccionales que posibiliten la comprensión adecuada de los conceptos.

**Palabras clave:** concepciones de los estudiantes, pilas galvánicas, libros de texto, comprensión de conceptos.

### **Students' ideas about galvanic cells and high school chemistry textbooks**

#### **Abstract**

In this paper we carry out a bibliographic review that picks up high school and university students' alternative conceptions about galvanic cells. Moreover, we analyze high school Spanish textbooks (Grade 12) in order to know how the problematic concepts about galvanic cells are presented. We conclude that these textbooks have many shortcomings which can obstruct students' learning. On the other hand, it must be introduced instructional methodologies that facilitate an appropriate understanding of concepts

**Keywords:** students' conceptions, galvanic cells, textbooks, understanding of concepts.

## Introducción

En los años recientes, la literatura de educación científica está repleta de trabajos relacionados con la identificación, explicación y mejora de las dificultades de los estudiantes en la comprensión de conceptos científicos. Tales dificultades han sido denominadas de diferentes modos: concepciones erróneas o errores conceptuales (misconceptions), esquemas alternativos (alternative frameworks), creencias intuitivas (intuitive beliefs), preconcepciones (preconceptions), razonamiento espontáneo (spontaneous reasoning), ciencia de los niños (children's science), creencias ingenuas (naive beliefs), concepciones alternativas (alternative conceptions), conocimiento del sentido común (common sense knowledge), ciencia de los alumnos (pupils' science), concepciones de los estudiantes (students' conceptions), representaciones de los alumnos (pupils' representations) o concepciones de los alumnos (pupils' conceptions).

Es bien conocido que los estudiantes tienen ideas alternativas sobre los conceptos científicos, que resultan resistentes de cambiar y que constituyen uno de los principales problemas en el aprendizaje de la química (Mbajjorgu y Reid, 2006). Las ideas de los estudiantes en diferentes áreas de la ciencia han sido recogidas por diferentes investigadores (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989; Carrascosa, 2005; Hierrezuelo y Montero, 2006). Existe un gran consenso entre ellos sobre sus características:

Los estudiantes tienen ideas y puntos de vista en muchos temas de las ciencias, incluso desde los primeros años de su vida y antes de recibir cualquier tipo de educación formal sobre el tema.

Estas descripciones ingenuas y preconcepciones explicativas difieren normalmente de las que mantienen los científicos, pero resultan útiles y coherentes para los estudiantes. Son comunes en estudiantes de diferentes países.

A pesar de que los preconceptos tienen una influencia decisiva en el aprendizaje que se lleva a cabo en el aula, los profesores suelen desconocerlos. Son resistentes al cambio por métodos de instrucción tradicional. Esto es, los esquemas alternativos suelen verse inalterados por la instrucción recibida, si ésta no los tiene implícitamente en consideración.

En algunos casos guardan cierto paralelismo con concepciones vigentes en ciertos momentos de la historia de la ciencia

Puede encontrarse en la bibliografía una amplia cantidad de hipótesis acerca de las causas de las concepciones alternativas de los estudiantes. Una de ellas apunta hacia los libros de texto (Abimbola y Baba, 1996; King, 2010) que, como se ha visto en el caso de los modelos atómicos, pueden llegar a dar una imagen distorsionada del conocimiento científico (Solaz-Portolés, Sanjosé y Civera, 2012). En opinión de Carrascosa (2005) el libro de texto puede actuar de dos formas: a) no proporcionando la información adecuada sobre los

conceptos o proporcionarla deficientemente; y b) ofreciendo de forma explícita errores conceptuales.

A pesar de todo lo señalado anteriormente son realmente pocas las investigaciones que han intentado abordar el problema de los errores conceptuales en electroquímica y proponer alternativas instruccionales. Pueden citarse al respecto: la metodología de enseñanza basada en el cambio conceptual (Sanger y Greenbowe, 2000); la enseñanza mediante modelos (Hudle y White, 2000), o el uso de animaciones computerizadas (Burke, Greenbowe y Windschitl, 1998).

En el presente trabajo nos vamos a centrar en las concepciones alternativas de los estudiantes sobre las celdas galvánicas y los libros de texto de química de Bachillerato. Nuestro objetivo es llevar a cabo una revisión bibliográfica sobre las ideas de los estudiantes sobre conceptos implicados en las celdas galvánicas y analizar cómo se presentan dichos conceptos en los libros de texto de Bachillerato. Nuestra hipótesis es que los libros de texto presentan los contenidos relativos a celdas galvánicas de manera parcial y que puede inducir a confusión.

### **Concepciones alternativas de los estudiantes sobre celdas galvánicas**

Los investigadores en la didáctica de la química han detectado dificultades y concepciones alternativas en el aprendizaje de la electroquímica. En concreto, Allsop y George (1982) han encontrado que los estudiantes tienen dificultades en la utilización de los potenciales estándar de reducción para predecir la espontaneidad de las reacciones, y en la representación mediante diagramas de las celdas electroquímicas. Briss y Truax (1990), por su parte, han puesto de relieve las confusiones de estudiantes y de los libros de texto en la enseñanza de la electroquímica. En los estudios Garnett, Garnett y Treagust (1990a, 1990b) se pone de manifiesto poca comprensión y muchos errores conceptuales en electroquímica, que los autores atribuyen a las siguientes razones: desconocimiento de los prerrequisitos, interpretaciones erróneas del lenguaje, uso de múltiples definiciones y modelos, aprendizaje de conceptos y algoritmos de resolución sin la comprensión adecuada.

En estudios posteriores, Garnett y Treagust (1992a, 1992b) llevaron a cabo entrevistas clínicas a estudiantes de enseñanza secundaria que revelaron ideas erróneas sobre: la identificación de cátodo y ánodo, y sus funciones; el flujo de corriente de corriente en las celdas electroquímicas, su origen y las partículas responsables; y la función del puente salino en las celdas galvánicas. Ogude and Bradley (1994) en un trabajo realizado con estudiantes de secundaria y universitarios pudieron comprobar que un buen número de ellos creen que los electrones circulan a través del puente salino y de las disoluciones electrolíticas, e incluso no son capaces de señalar el sentido del movimiento de iones y electrones de manera correcta. Posteriormente estos mismos autores (Ogude y Bradley, 1996) identificaron las dificultades de los estudiantes en las celdas electroquímicas en relación a: sus componentes, fuerza electromotriz, procesos en los electrodos y terminología.

Sanger y Greenbowe (1997a, 1997b) replicaron unos años después las entrevistas sobre celdas galvánicas y electrolíticas efectuadas por Garnett y Treagust (1992a, 1992b) y las ampliaron para el caso de las celdas de concentración. Hallaron los mismos errores conceptuales y señalaron algunos más, concluyendo, entre otras cosas, que los estudiantes: no saben explicar cómo se origina la corriente eléctrica; creen que ánodo y cátodo dependen de su localización física; piensan que el cátodo siempre está cargado positivamente y ánodo negativamente; sostienen que los electrones fluyen por las disoluciones acuosas; y afirman que el flujo de corriente iónico en los electrolitos y puente salino es debido únicamente a los aniones. Estos mismo autores (Sanger y Greenbowe, 1999), efectuaron un análisis de libros de texto que les llevó a concluir que dichos libros pueden ser origen de muchos de los errores conceptuales en electroquímica. En particular, descubrieron contenidos en los textos que no muestran las relaciones entre conceptos, y que pueden inducir a creer que los electrones pueden fluir por las disoluciones electrolíticas y el puente salino.

En el trabajo fin de Máster de Sanmartín (2012), se administró un cuestionario de tres ítems sobre celdas galvánicas con el que se pretendía conocer las ideas de los estudiantes sobre el flujo de corriente eléctrica y el principio de electroneutralidad en las disoluciones electrolíticas. En los resultados de ese trabajo se obtienen porcentajes elevados de estudiantes, preuniversitarios y universitarios, que cometen errores conceptuales relacionados con el movimiento de electrones y de iones en las disoluciones electrolíticas (incluyendo el puente salino), y el principio de electroneutralidad.

## **Análisis de libros de texto de Química de Bachillerato Metodología**

Como ya se ha dicho, queremos buscar cómo se presentan en los libros de texto de Bachillerato las cuestiones más problemáticas para los estudiantes sobre celdas galvánicas (que, en el caso de España se presentan en los libros de texto de química de 2º de Bachillerato). Para ello, elaboramos una plantilla con siete ítems ad hoc (Tabla 1). La validez de contenido de estos ítems fue contrastada por dos expertos: un profesor de enseñanza secundaria (doctor en química con más de 25 años de experiencia docente) y un profesor universitario.

ÍTEMS	SI	Parcialmente	NO
1.¿Se especifica que una célula galvánica es un sistema multifásico que genera una diferencia de potencial entre sus terminales?			
2.¿Se indica que en una célula galvánica la reacción química produce un flujo de corriente eléctrica?			
3.¿Se describe en el texto que la corriente eléctrica producida, puede ser tanto de electrones como de iones?			
4.¿Se explica que la conducción eléctrica tanto en el puente salino como en las disoluciones electrolíticas, es debida al movimiento de iones?			
5.-¿Se razona para qué sirve el puente salino en una pila galvánica?			
6.¿Se discute qué partículas transportan la corriente eléctrica cuando se cierra el circuito, poniendo en contacto a través de un hilo conductor ambos electrodos, en cada parte de la célula galvánica?			
7.¿Se especifica el sentido del movimiento de los electrones y de los iones en cada parte de la pila galvánica y se explica el porqué?			

Tabla 1. Ítems del cuestionario para el análisis de libros de texto

Los libros que fueron analizados mediante el cuestionario presentado anteriormente pertenecen a la asignatura de química del 2º de Bachillerato español (estudiantes de 17-18 años), que es el último curso de enseñanza secundaria postobligatoria en España, y es preparatorio para el ingreso en la universidad. En la Tabla 2 aparece el listado de libros sobre el que hemos realizado el análisis.

- 1.-Cardona, A.R., Pozas, A., Martín, R. y Ruiz, A. (2003). *Química 2 Bachillerato*. Mc Graw-Hill: Madrid.
- 2.-Del Barrio, J.I., Bárcena, A.I., Sánchez, A. y Caamaño, A.(2009). *Química 2 Bachillerato*. SM: Madrid.
- 3.-VVAA (2009). *Química 2 Bachillerato*. EDEBÉ: Barcelona.
- 4.-Fidalgo, J.A. y Fernández, M. R. (2009). *Química 2 Bachillerato*. Everest: León.
- 5.-Quílez, J., Lorente, S., Sendra, F. y Enciso, E. (2009). *Afinidad Química. Química 2 Bachillerato*. ECIR: Paterna (València).
- 6.-Peña. J. y Vidal, M.C. (2005). *Química 2 Bachillerato*. Oxford Educación: Madrid.
- 7.-Morcillo, J. , Fernández, M.,y Carrión, E. (1998). *Química 2 Bachillerato*. Anaya: Madrid.
- 8.-Andrés, D. M., Antón, J.L., Barrio, J., De la Cruz, M.C.y González, F. (2009). *Química 2 Bachillerato*. EDITEX: Madrid.
- 9.-Masjuan, M.D. y Peregrín, J. (2009). *Química 2 Bachillerato*. Casals: Barcelona.

Tabla 2. Libros de texto que han sido analizados.

## Resultados

En la Figura 1 se muestran los porcentajes de respuestas a cada uno de los 7 ítems de nuestro cuestionario de análisis de los libros de texto

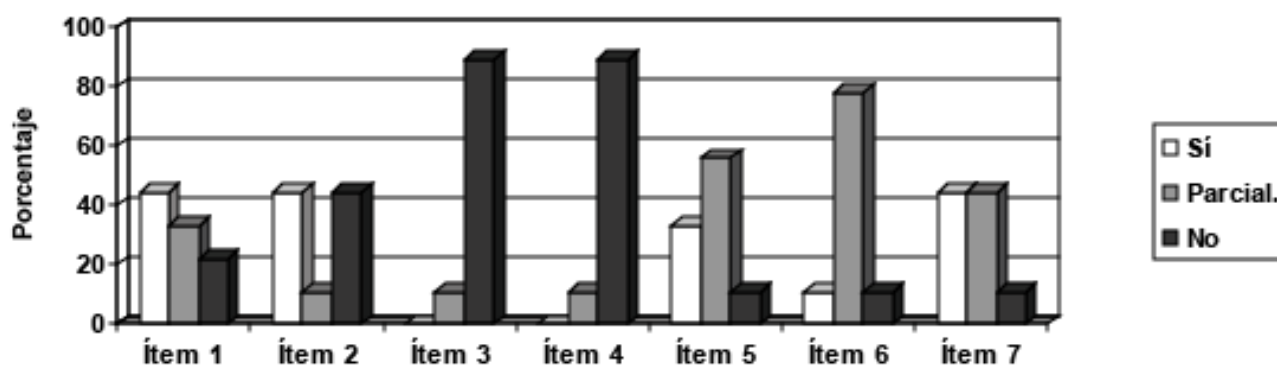


Figura 1. Representación gráfica de los porcentajes de respuestas de cada una de las categorías (Sí, Parcialmente y No) en los ítems del cuestionario de análisis de textos.

### La representación gráfica refleja que:

Ítem 1. El 44% de los textos recoge como mínimo la información “Una pila galvánica es un sistema electroquímico multifásico en el que la diferencia de potencial entre sus terminales está originada por las diferencias de potencial en la interfases. Estas diferencias de potencial en las interfases resultan de las reacciones químicas que se producen”. El 33% la recoge parcialmente.

Ítem 2. En el 44% de los textos aparece que “En la unión entre los electrodos de una pila galvánica (en situación de circuito cerrado) se produce una transferencia de electrones y, en consecuencia, un flujo de electrones que provienen de la oxidación de una especie química (que va siempre va acompañada de la correspondiente reducción de otra especie química), esto es, de una reacción química”. En el 11% aparece de manera parcial esta información.

Ítem 3. En ningún texto se explica que “En una pila galvánica todas sus fases conducen la corriente eléctrica. Los terminales de metal de la celda galvánica son conductores electrónicos, esto es, la corriente eléctrica es transportada por electrones. Las disoluciones electrolíticas son conductoras iónicas, es decir, son los iones los que conducen la corriente eléctrica”. En el 11% de los textos se introduce parcialmente esta información.

Ítem 4. Ninguno de los textos analizados refleja que “Tanto en las disoluciones electrolíticas de ambas semiceldas, como en el puente salino (que permite la transferencia iónica entre semiceldas y, por tanto, cerrar el circuito) la conducción eléctrica es llevada a cabo por iones”. El 11% refleja parcialmente esta información.

Ítem 5. En el 33% de los libros de texto puede leerse que “El puente salino tiene una doble función: cerrar el circuito y que las semiceldas mantengan la electroneutralidad (mismo número de cationes que de aniones)”. En el 56% de los libros de texto puede leerse parte de este contenido conceptual.

Ítem 6. En el 11% de los textos puede encontrarse que “Las partículas que transportan la corriente eléctrica en una celda galvánica son: los electrones en las partes metálicas y los iones en las disoluciones electrolíticas (semiceldas y puente salino)”. En cambio, en el 56% no se encuentra toda la información completa.

Ítem 7. En el 44% de los textos se razona que “El movimiento de los electrones en una pila galvánica se produce desde el polo negativo (ánodo, donde se produce la oxidación) hacia el positivo (cátodo, donde se produce la reducción). El movimiento de los iones de las disoluciones electrolíticas depende de su carga: los aniones se dirigen hacia el ánodo y los cationes hacia el cátodo”. En otro 44% de los textos el razonamiento es ofrecido incompleto.

Como puede observarse no hay un solo ítem en el que el porcentaje de respuestas afirmativas a la pregunta del ítem supere el 50%, es decir, en ningún ítem la mayoría de los textos ofrece la información conceptual completa. Se destacan los ítems 3, 4, 5 y 6, cuyos porcentajes no superan en ningún caso el 33%, siendo especialmente relevantes los

porcentajes de respuesta afirmativa de los ítems 3 (0%), 4 (0%) y 6 (11,1%). Esto es, no hay ningún libro de texto entre los analizados que mencione que la corriente eléctrica puede ser tanto de electrones como de iones, y un solo libro explicita claramente qué partículas conducen la corriente eléctrica en cada una de las partes que constituyen una pila galvánica.

Se debe resaltar también que tampoco aparecen en los libros de texto ilustraciones o diagramas que ayuden a visualizar y comprender de una manera adecuada cada uno de los aspectos recogidos en el cuestionario de análisis de textos. Todos los textos contienen ilustraciones o diagramas pero, o bien no se recogen algunos de los aspectos mencionados en este trabajo, o bien si se incluyen no se acompañan de un contenido textual que ayude a la comprensión.

### **Conclusiones y discusión**

Se ha visto que los estudiantes tienen problemas en la comprensión de los procesos que ocurren en el seno de una pila galvánica. También se han identificado los errores conceptuales que frecuentemente cometen los estudiantes, y que se centran principalmente en: generación y flujo de la corriente eléctrica y partículas que transportan la corriente eléctrica en cada parte de la pila. Tal y como preveíamos, los libros de texto no constituyen una herramienta fiable para evitar que los estudiantes, tras la instrucción, tengan concepciones alternativas sobre las celdas galvánicas. En la mayoría de los textos no aparecen las oportunas explicaciones, razonamientos o ilustraciones sobre:

El origen de la diferencia de potencial entre los terminales de la celda electroquímica.  
Características del flujo de corriente eléctrica generada  
Movimiento de electrones y de iones en cada parte de la pila  
Papel del puente salino en la celda electroquímica.

No nos debe, pues, resultar extraño que los estudiantes tengan dificultades y errores conceptuales en electroquímica, como tampoco no nos debe resultar sorprendente que los profesores en formación también los tengan (Özkaya 2002; Özkaya, Üce y Sahim, 2003). No obstante, incluso con libros de texto bien elaborados, y que atiendan a las dificultades que presentan ciertos conceptos, la investigación en la didáctica de la química nos muestra que es necesario introducir en el aula una metodología de enseñanza que, mediante actividades de aprendizaje que aborden situaciones problemáticas, permita a los estudiantes construir su conocimiento a partir sus ideas previas (Acar y Tarhan, 2006).

En este sentido, destacaremos la estrategia de enseñanza para el cambio conceptual propuesta por Níaz y Chacón (2003) para mejorar la comprensión de los estudiantes de secundaria en electroquímica. En dicha estrategia se pone el acento en la presentación de situaciones que generen un conflicto cognitivo en los estudiantes, es decir, que pongan en evidencia sus ideas (erróneas normalmente) y posibiliten su cambio hacia las aceptadas por la comunidad científica. Tampoco resultaría desdeñable la aplicación de una metodología de



enseñanza/aprendizaje ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) que ha mostrado sus bondades en varios estudios (Solaz-Portoles, Sanjosé y Gómez, 2011).

En relación con los libros de texto, el estudio de Özmen, Demircioglu y Demircioglu (2011) pone de relieve que es posible superar los errores conceptuales de los estudiantes de Química mediante textos educativos basados en el modelo del cambio conceptual, acompañados de animaciones computerizadas. En el caso concreto de las pilas galvánicas, y partiendo de las características básicas de un texto de ciencias que facilitan el aprendizaje (Solaz-Portolés, 2009), nuestra hipótesis es que un libro de texto puede ayudar mucho a reducir errores conceptuales siempre que incluya todo el contenido conceptual al que hacen referencia los siete ítems de nuestro cuestionario de análisis de textos, junto con actividades de aprendizaje para ser realizadas en un ambiente de aprendizaje colaborativo y que: Presenten situaciones teórico-prácticas donde los estudiantes intenten explicar el funcionamiento de las pilas galvánicas y saquen a la luz sus esquemas conceptuales Pongan en evidencia las insuficiencias de los esquemas conceptuales de los estudiantes Acerquen a los estudiantes hacia las concepciones aceptadas por la comunidad científica, mostrando sus mayores virtudes, su rigor y coherencia de acuerdo con las teorías vigentes.

## **Bibliografía**

- Abimbola, I. O., & Baba, S. (1996). Misconceptions and alternative conceptions in science textbooks: The role of teacher as filter. *The American Biology Teacher*, 58(1), 14-19.
- Acar, B. & Tarhan, L. (2006). Effect of cooperative learning strategies on students' understanding of concepts in electrochemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 343-373.
- Allsop, R. T., & George N. H. (1982). Redox in Nuffield advanced chemistry. *Education in Chemistry*, 19, 57-59.
- Birss, V. I., & Truax, R. (1990). An effective approach to teaching electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 67(5), 403-408.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Windschitl, M. A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75, 1658-1661.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis de las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 183-208.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1989) Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: MEC/Morata.
- Garnett, P.J., Garnett, P.J., & Treagust, D.F. (1990a). Implications of research of students' understanding of electrochemistry for improving science curricula and classroom practice. *International Journal of Science Education*, 12, 147-156.

- Garnett, P.J., Garnett, P.J., & Treagust, D.F. (1990b). Common misconceptions in electrochemistry: Can we improve students' understanding of this topic? *Chemeda: Australian Journal of Chemical Education*, 27, 3-11.
- Garnett, P.J., & Treagust, D.F. (1992a). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 121-142.
- Garnett, P.J., & Treagust, D.F. (1992b). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 1079-1099.
- Hierrezuelo, J. & Montero, A. (2006). *La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Fontamara: México.
- Hudle, P.A. & White, M.D. (2000). Using a teaching model to correct known misconceptions in electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 77(1), 104-110.
- King, C. J. H. (2010). An analysis of misconceptions in science textbooks: Earth sciences in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(5), 565-601.
- Mbajjorgu, N., & Reid, N. (2006): *Factors Influencing Curriculum Development in Chemistry*. The Higher Physical Education Sciences Academy Center. University of Glasgow.
- Níaz, M., & Chacón, E. (2003). A conceptual change teaching strategy to facilitate high school students' understanding of electrochemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 12(2), 129-134.
- Ogude, A. N., & Bradley, J. D. (1994). Ionic conduction and electrical neutrality in operating electrochemical cells. *Journal of Chemical Education*, 71, 29-31
- Ogude A. N., & Bradley, J. D. (1996). Electrode processes and aspects relating to cell emf, current, and cell components in operating electrochemical cells: pre-college and college student interpretation. *Journal of Chemical Education*, 73, 1145-1149.
- Özkaya, A. R. (2002). Conceptual difficulties experienced by prospective teachers in electrochemistry: Half-cell potential, cell potential, and chemical and electrochemical equilibrium in galvanic cells. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 735-738.
- Özkaya, A. R., Üce, M., & Sahin, M. (2003). Prospective teachers' conceptual understanding of electrochemistry: Galvanic and electrolytic cells. *University Chemistry Education*, 7, 1-12.
- Özmen, H., Demircioğlu, H., & Demircioğlu, G. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. *Computers & Education*, 52(3), 681-695.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997a). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.

Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997b). Students' misconceptions in electrochemistry: Current flow in electrolyte solutions and the salt bridge. *Journal of Chemical Education*, 74, 819-823.

Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1999) An analysis of college chemistry textbooks as sources of misconceptions and errors in electrochemistry. *Journal of Chemical Education*, 76, 853-860.

Sanger M. J. & Greenbowe T. J. (2000) Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education*, 22(5) , 521–537.

Sanmartín, B. (2012). Estudio sobre celdas electroquímicas: ideas de los estudiantes y análisis de libros de texto. Trabajo fin de Màster, Universitat de València.

Solaz-Portolés, J. J. (2009). Aprender ciencias con textos: Bases teóricas y directrices. *Latin American Journal of Physics Education*, 3(2), 376-379.

Solaz-Portolés, J. J., Sanjosé, V., & Civera, E. (2012) ¿Es adecuada la presentación de los modelos atómicos desde el punto de vista histórico y epistemológico en los libros de de texto de bachillerato? *Revista Química Viva*, 11(3), 229-239. Recuperable de <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar>

Solaz-Portolés, J. J., Sanjosé, V., & Gómez, A. (2012). Aprendizaje basado en problemas en la Educación Superior: una metodología necesaria en la formación del profesorado. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 25, 177-186.



ISSN 1666-7948

[www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar](http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar)

Revista QuímicaViva

Número 1, año 12, Abril 2013

[quimicaviva@qb.fcen.uba.ar](mailto:quimicaviva@qb.fcen.uba.ar)