



# USO DE UN SIMULADOR PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE DE LAS REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN. ESTUDIO DE CASO EN LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

## Resumen

Se ha realizado un estudio sobre la influencia de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, particularmente en el caso del aprendizaje de la Química, usando una tabla periódica virtual y una aplicación multimedia o simulador. Las TIC serán empleadas para mejorar la comprensión de uno de los conceptos químicos considerados más difíciles de entender por los estudiantes como son las reacciones de oxidación-reducción (conocidas como reacciones redox). En primer lugar, con ayuda de la tabla periódica los estudiantes han conocido las propiedades más importantes de los elementos que participan en la reacción. En segundo lugar, con ayuda de la aplicación multimedia, se ha podido seguir la reacción redox a través de un video multimedia en el que se ilustra cómo ocurre el proceso redox a nivel microscópico/atómico.

Los resultados obtenidos indicaron que los estudiantes prefieren las herramientas virtuales a las clases convencionales y que, además el empleo de las TIC ofrece un mejor rendimiento que únicamente la explicación teórica clásica del profesor. Los resultados han indicado que el 62% del alumnado consideró que preferían el estudio del proceso redox mediante las herramientas TIC; el 62.5% afirmó que las TIC empleadas resultaban beneficiosas para las clases y el 59% estaba de acuerdo con el hecho de que las TIC resultaban más efectiva que la clase tradicional.

**Palabras clave:** Química; aprendizaje; TIC; aplicación multimedia; tabla periódica virtual

## USE OF A SIMULATOR TO EASY LEARNING OF OXIDE-REDUCTION REACTIONS. CASE STUDY AT THE UNIVERSITY OF MÁLAGA

## Abstract

A study of the influence of ICT applications on teaching and learning in the sciences has been carried out, particularly in the case of learning chemistry. A virtual periodic table and a multimedia application have been used to explain one of the most difficult chemical concepts to understand by students, such as oxidation-reduction reactions (named as redox reactions). Firstly, the most important properties of the elements have been studied by students using a virtual periodic table. Secondly, students have used a multimedia application to follow the redox reaction that shows how the redox process occurs at the microscopic / atomic level. The results showed that students prefer virtual tools to conventional classes and that, in addition, the use of ICT offers a better performance than the classical theoretical explanation of the teacher. In particular, 62% of students considered that they preferred the study of the redox process through ICT tools and the 62.5% considered ICTs to be beneficial for classes and 59% agreed that ICT is more effective than the traditional class.

**Keywords:** chemistry; learning; ICT; multimedia application; virtual periodic table

**Autores:** María del Mar López Guerrero<sup>a</sup>, Gema López Guerrero<sup>b</sup>, Santiago Rojano Ramos<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España. Correo electrónico: [mmlopez@uma.es](mailto:mmlopez@uma.es)

<sup>b</sup> Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga, España. Correo electrónico: [gemalog80@gmail.com](mailto:gemalog80@gmail.com)

<sup>c</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga, España. Correo electrónico: [srr@uma.es](mailto:srr@uma.es)



# USO DE UN SIMULADOR PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE DE LAS, REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN. ESTUDIO DE CASO, UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

## Introducción

Sabido es conocido por la mayoría de los profesionales de la enseñanza la gran dificultad que presenta la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tanto a nivel universitario, como en la enseñanza obligatoria (educación primaria y secundaria). Son muchas las razones que han llevado a este hecho y especialmente, en lo que se refiere a las ciencias experimentales. Se pueden citar aspectos como las dificultades intrínsecas de tales materias, el lenguaje específico, la formulación y nomenclatura química, la escasa aceptación e interés de los estudiantes por las ciencias, la percepción e imagen negativa que poseen los estudiantes sobre la ciencia, etc (Ollino, Revecco y Alarcón, 2007; Oliver, Eimer, Balsamo y Crivello, 2011; Driver, Guesne y Tiberghien, 1989; Perich, 2008). Todo ello se refleja en los resultados académicos e incluso se muestra en los informes PISA (Programme for International Student Assessment) de los últimos años, que muestran unos resultados negativos y preocupantes respecto a las asignaturas de ciencias y en cuanto a la competencia científica se refiere.

Actualmente, algunos autores indican otros factores que inciden negativamente en la enseñanza de las ciencias, como por ejemplo Ariza y Quesada (2014), que establecen que las ideas previas o preconcebidas de los alumnos/as implican otro obstáculo para el aprendizaje de las ciencias, así como, la falta de contexto y el grado de abstracción de modelos y teorías científicas. Muchas otras veces, los alumnos/as muestran diferentes versiones sobre un determinado fenómeno científico. Esto ha originado que un cierto grupo de profesionales o docentes del área de Ciencias, entre ellos Pozo y Gómez-Crespo (2009) sean partidarios de promover la integración de los conocimientos y el desarrollo conceptual como herramientas o medios muy útiles para favorecer la enseñanza de las ciencias.

Para mejorar esta situación y solventar este problema, se podrían adoptar diversas estrategias cómo son:

- a) El fomento de metodologías más activas y participativas, que den lugar a un aprendizaje significativo.
- b) El diseño de actividades que supongan un aumento de la motivación del estudiante y una mayor participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- c) El acercamiento de la ciencia a la vida real del estudiante o a un contexto y entorno muy cercano a la misma.
- d) El uso de las TIC de una forma adecuada para la enseñanza de las ciencias.

Cabero (2010) establece una serie de aspectos mostrando las numerosas posibilidades de las TIC para incidir en la formación de los alumnos/as, como son: ampliación de la oferta de información, creación de entornos más flexibles para que se produzca el aprendizaje, supresión de las barreras tanto espaciales como temporales, aumento de las formas de comunicación, potenciación de entornos interactivos, favorecer el aprendizaje de forma independiente, nuevas vías de orientación y tutorización, etc.



El gran avance que se ha producido en los últimos años en las TIC y su aplicación al campo de la educación y la enseñanza ha dado lugar disponer un número de recursos prácticamente ilimitado, permitiendo que se puedan emplear en diferentes materias y disciplinas. Esto hace necesario que el docente seleccione de forma adecuada el material a usar.

En cuanto al empleo de las TIC en la enseñanza, también existen multitud de trabajos y artículos que muestran las ventajas que presenta su inclusión en educación, tanto obligatoria, como universitaria (Hernández, Rodríguez, Parra y Velázquez, 2014; López y Morcillo, 2007). En los últimos años, se ha observado una especial profusión de herramientas relacionadas con las TIC en el campo de las ciencias experimentales, y concretamente en las disciplinas de Biología y Física-Química, donde resulta más complejo el aprendizaje por los estudiantes. Estas herramientas se han dirigido especialmente hacia entornos virtuales de aprendizaje (EVA) y aplicaciones *on line* para fomentar la participación y la motivación del alumnado en las disciplinas científicas. De ahí, la aparición de plataformas virtuales, aplicaciones y simulaciones virtuales. En las asignaturas de Ciencias Experimentales es muy común el empleo de simulaciones, visualizaciones, nuevos recursos didácticos, etc... e incluso se recurre a laboratorios virtuales en las sesiones de prácticas (Cataldi et al., 2010). Los ambientes virtuales combinan el texto, video, audio y animaciones, lo que permite variedad de publicaciones que enriquecen el conocimiento en la Química. Gracias a las herramientas encontradas en la web hay espacios de socialización e intercambio de ideas en cualquier área del conocimiento. Se suele aceptar que el rol del docente cambia del transmisor del conocimiento a los estudiantes, al de mediador en la construcción del propio conocimiento por parte de estos (Gisbert y otros, 1997; Salinas, 1999; Pérez y García, 2002).

Teniendo en cuenta que los estudiantes tienen a su alcance la tecnología (ordenadores, telecomunicaciones y multimedia) que posibilita el rápido intercambio de información, el objetivo de los docentes debe ser que los estudiantes aprendan a seleccionar esa información para uso propio. Por lo tanto, para cumplir con ese desafío, debemos ampliar nuestros referentes actuales y atrevernos a innovar. Para lograrlo se quiere utilizar los simuladores en la enseñanza-aprendizaje, mejorando con ello la calidad educativa.

Cabe resaltar que la instrucción asistida por ordenador puede considerarse un éxito por integrar la ciencia y la tecnología, y mejorar la calidad de las experiencias de aprendizaje (Yenica, 2003). Los simuladores son herramientas que llevan a la persona a imitar un contexto real, estableciendo en ese ambiente situaciones problemáticas o reproductivas, similares a las que él deberá enfrentar. Permiten experimentar en Química fenómenos que pueden ser inalcanzables en el ambiente educativo, ayudando al estudiante a relacionar lo teórico con lo práctico mejorando la comprensión. Esta interactividad permite a los alumnos/as reestructurar sus modelos mentales al comparar el comportamiento de los modelos con sus previsiones (Gisbert y otros, 1997; C, 1999; Pérez y García, 2002). Esta se aplica en numerosos casos, entre los que se pueden destacar desde las valoraciones ácido-base mediante un software digital asistido por ordenador (Hernández y Astudillo, 2014), al empleo de plataformas digitales con amplias posibilidades, como es el caso de la plataforma "[Socrative.com](http://Socrative.com)" para el aprendizaje de la Química General (Frías, Arce y Flores-Morales, 2016).



El impacto de la implantación de las TIC en el aprendizaje es notorio (Capuano, 2011); pudiendo ser explicado en base a que el uso de las TIC (animaciones, simulaciones, etc.) aumenta el grado de interacción entre el alumno/a y el profesor/a y aumenta la motivación por el aprendizaje (Marqués, 2000), incitando a la “actividad del pensamiento” lo que permitirá mejorar el rendimiento estudiantil, así como, la disposición del alumno/a a la asistencia y participación en la asignatura. Por lo tanto, en este proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias usando las TIC existen dos elementos básicos, *el docente y el alumno/a*. Por ello, la opinión, percepción y formación del docente, en cuanto a las TIC y su empleo y desarrollo en el aula, es básico en este proceso. Es muy importante señalar que la formación en competencias en el uso de las TIC del profesorado es muy necesario, ya que influyen sobre las competencias pedagógicas (Suárez, 2013).

En cuanto a lo referente al uso de las TIC para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, Pérez y Vílchez (2013) llevaron a cabo un estudio sobre la percepción, el uso de las TIC y su potencial didáctico en estudiantes de un grupo de Magisterio de la Universidad de Sevilla. Los resultados mostraron que los estudiantes manifestaban una actitud positiva hacia el uso de las TIC, pero no lo plasmaban en sus planteamientos didácticos en el aula. En este estudio se observa una diferencia entre la creencia en las TIC y su aplicación práctica posterior. Morales, Trujillo y Raso (2015) realizaron un estudio en la Universidad de Granada sobre las percepciones de estudiantes y profesores acerca de la integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Indicando las conclusiones que la actitud de estudiantes y profesores en cuanto a la integración de las TIC es positiva por las posibilidades que presentan en el ámbito educativo. Ambos grupos mostraron una actitud favorable ante la utilización de las TIC, pero el estudio señaló deficiencias importantes como son que el profesorado utilizaba las TIC deficientemente y muchos de ellos no integraban las TIC debido a su escasa formación en este campo. Concluyéndose de este trabajo que la primera necesidad relativa a este proceso debe incidir en la formación del profesorado en el campo de las nuevas tecnologías y sus posibilidades con objeto de sacar el máximo rendimiento en la aula a dichas herramientas.

En el trabajo que se presenta aquí se estudia la influencia del uso de las TIC, simuladores y aplicaciones multimedia, para mejorar la compresión de la unidad didáctica, las reacciones de óxido-reducción. Para ello, se trabajará con dos grupos de la misma asignatura, uno de los grupos trabajará sobre una modificación didáctica incluida por el docente de la asignatura y el otro grupo recibirá la asignatura según está descrita en la programación de la misma. El objetivo es conocer si el grupo experimental mejora el rendimiento académico con respecto al grupo de referencia y si puede ser debida esta mejora a la modificación didáctica.

## Metodología

### Descripción de la experiencia

En este trabajo se describe y valora una experiencia educativa a nivel universitario que se ha desarrollado durante el segundo semestre del curso 2016/2017, con estudiantes del Grado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Málaga, con el objeto de fomentar el aprendizaje de la Química. La asignatura denominada Química consta de 6 créditos European Credit Transfer System. El programa de la asignatura indica que la formación es presencial y complementada con formación virtual, utilizando la plataforma Moodle



de la Universidad de Málaga. Para esta experiencia en estudio se ha incluido el uso de una tabla periódica virtual y un simulador en el que se pueden observar las reacciones redox a nivel microscópico. Para la realización del estudio se ha trabajado con diversas herramientas, un test que se cumplimentó por parte del alumnado antes de comenzar el tema y al finalizar el mismo, denominados como pre-test, post-test (Anexo I), y un cuestionario acerca de la utilidad del uso de las TIC (Tabla 1).

Para estudiar el efecto del uso de las TIC sobre el aprendizaje de la asignatura, los autores se han basado en el estudio del rendimiento académico en la asignatura, en concreto en el tema Electroquímica. Para ello, tanto el grupo experimental como el grupo de control cumplimentaron un pre-test y un post-test sobre la materia de estudio. El pre-test se realizó al comienzo de la unidad y el post-test al final de la misma. Los tests contienen unas preguntas básicas acerca de los conceptos estudiados usando la simulación redox.

Además, y al finalizar la experiencia, el grupo experimental cumplimentó un cuestionario sobre la utilidad que ellos le otorgaban al uso de las TIC para mejorar su aprendizaje sobre los conceptos estudiados en la asignatura Tabla 1.

1. El uso de la aplicación multimedia es más efectiva que la enseñanza convencional	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
2. El uso de la aplicación multimedia hace más fácil la comprensión de la teoría	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
3. El uso de la aplicación multimedia es más divertido que las clases convencionales	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
4. A los alumnos/as le gusta más el uso de la aplicación multimedia que las clases convencionales	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
5. Preferirían usar esta metodología en otras asignaturas	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
6. El uso de la aplicación multimedia facilita la comprensión del tema	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
7. El uso de la aplicación multimedia te hace perder un tiempo valioso.	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
8. El uso de la aplicación multimedia me ayuda	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
9. Se debería dejar de usar la aplicación multimedia	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
10. El uso de la aplicación multimedia es muy beneficiosa para la clase	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
11. La aplicación multimedia como parte del proceso de enseñanza de las reacciones redox, me gusta	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
12. Creo que la aplicación multimedia muestra el interés del profesor por el aprendizaje de los conceptos por parte del alumnado.	1    2    3    4    5 <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

Tabla 1. Cuestionario sobre el uso de las TIC



## Diseño y desarrollo de la experiencia

En este estudio se ha optado por elegir dos herramientas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en determinados procesos químicos, en concreto, las reacciones redox, ya que presentan una dificultad alta en lo que se refiere a la comprensión por parte de los alumnos/as. Las reacciones redox fueron las elegidas debido a que durante el curso 2015/16 se realizó una investigación cuyo objetivo era utilizar el conocimiento sobre la situación de partida del alumnado del Grado de Ingeniería Eléctrica en la asignatura Química, para construir y aplicar metodologías alternativas que generasen interés, curiosidad, motivación por aprenderla.

Así, con esta investigación se pretendía responder a la siguiente pregunta: ¿Qué conceptos son considerados difíciles por los estudiantes antes de cursar la asignatura de Química?

De esta forma el objetivo concreto que se planteó en esta investigación fue: Detectar cuales eran los conceptos considerados difíciles por los estudiantes antes de cursar la asignatura Química.

Los resultados de esta investigación mostraron que los conceptos considerados como difíciles por los alumnos/as fueron: el tipo de hibridaciones, reacciones de óxido reducción, ecuación Shrödinger y constante del producto de solubilidad. Mostrando una valoración más alta y por lo tanto, indicando que era un concepto más complejo para los estudiantes las reacciones de óxido reducción.

Esta dificultad puede ser debido a que el proceso redox se produce a nivel microscópico entre átomos, iones y electrones, lo que le confiere un grado de complejidad que el alumno/a debe alcanzar para comprender cómo se produce la reacción química. Se observaron conceptos erróneos en los estudiantes, lo que conducía a una mala interpretación y comprensión del proceso. De ahí, la necesidad de buscar una herramienta o aplicación con el fin de obtener un mejor aprendizaje del mismo.

La experiencia ensayada ha consistido en utilizar una aplicación multimedia o simulador y una tabla periódica virtual para entender los procesos químicos. El objetivo del estudio fue llevar a cabo una propuesta de enseñanza de contenidos de Química utilizando recursos didácticos en un entorno virtual, dónde el uso de una simulación pueda permitir a los alumnos/as construir modelos mentales útiles.

Este material audiovisual fue seleccionado porque cumplía una serie de criterios pedagógicos específicos que permiten evaluar software como didáctico, e integrarlo en la unidad didáctica (Anexo II). Estos criterios son:

- Favorece el aprendizaje significativo.
- Permite la interacción.
- Propicia la construcción de conocimientos.
- Ofrece distintas formas de acceso a la información.

En cuanto a criterios generales, se comprobó la veracidad de la información que se planteaba en estas aplicaciones y/o simuladores, así como, que la información que se presentaba estuviera de acuerdo con los objetivos que se planteaban. Además, se revisaron las instituciones que respaldaban esta información.



- Se estudió la adecuación al público al que se dirigía el software, es decir, la adecuación de la información, del lenguaje utilizado y del diseño gráfico de las pantallas en relación con el tipo de público al que se dirige explícitamente el producto. Observándose que los contenidos que proporcionaban estos softwares eran adecuados a la edad de los estudiantes, que la información estaba organizada de forma que los estudiantes pudieran comprenderla, así como, que la cantidad de información fuese la adecuada para el tipo de aprendizaje que se pretendía realizar.

En definitiva, se ha realizado una modificación didáctica sobre la unidad didáctica denominada Electroquímica, con idea de estudiar la influencia de esta modificación sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje de los estudiantes de la asignatura Química del Grado de Ingeniería Mecánica.

### Reacciones Redox

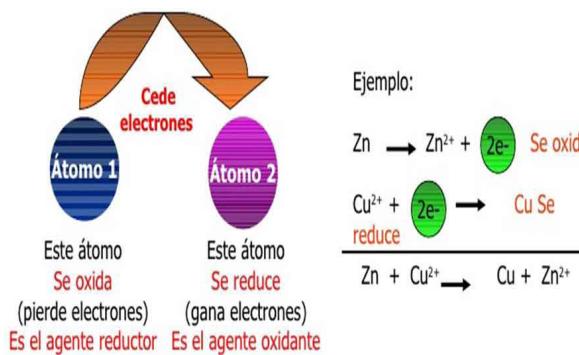


Figura 1. Reacciones redox  
(Extraído de <https://es.slideshare.net/jesusherrera97/balanceo-redox>)

En el presente estudio, en primer lugar, la enseñanza de las clases se lleva a cabo de la forma tradicional, usando la metodología expositiva clásica. La Tabla Periódica virtual permite ilustrar perfectamente la distribución electrónica de los átomos en sus correspondientes orbitales y niveles. De una forma interactiva los alumnos/as llegan a comprender más eficazmente el número de oxidación de los átomos que van a participar en la reacción redox; por lo tanto, se comprende más fácilmente el intercambio de electrones que se producen en las reacciones de oxidación y de reducción. Este aprendizaje se ve también favorecido a partir del estudio de la posición que ocupan los elementos en la misma. Por lo tanto, se lleva a cabo un aprendizaje de un concepto complejo, como son los procesos redox, a partir del estudio y análisis de la configuración electrónica de los átomos.

El empleo de las tablas periódicas de tipo interactivo, así como, el de otros recursos informáticos relacionados, ha sido estudiado en profundidad y suponen una mejora en el aprendizaje. Existen notables evidencias a este respecto y se encuentran avaladas por un gran número de investigadores y autores; González (2007) indica que suponen una forma atractiva y diferente para el aprendizaje de los contenidos de Química. En relación al caso del uso de la tabla periódica virtual/interactiva el mismo autor señala que tal recurso permite transmitir información y crear ambientes virtuales mediante texto, audio, videos, animaciones, etc., de una manera personalizada. Por otro lado, de acuerdo a Rodríguez (2012) la propiedad de interactividad es el concepto clave en la calidad del diseño y usabilidad de los contenidos educativos de tipo multimedia, ya que da lugar a actuaciones e interacciones entre el docente, los contenidos y los alumnos/as. Otros muchos recursos empleados, como es el caso de los juegos educativos interactivos para



el aprendizaje de los elementos químicos y la tabla periódica han demostrado su eficacia (Franco-Mariscal, 2016) con alumnos/as de Educación Secundaria (15-16 años). En dicho estudio se demuestra que el alumnado que experimentó con los juegos didácticos en relación a la tabla periódica consiguió mejores resultados que el grupo de enseñanza tradicional y que dichas herramientas poseen una influencia positiva y un potencial para fomentar la participación. Por último, diferentes estudios resaltan que se produce una mejora del aprendizaje gracias al empleo de recursos multimedia respecto a la enseñanza tradicional de la adquisición y retención del conocimiento (Yıldırım, 2001).

Las actividades que se realizaron con la Tabla Periódica en relación a las reacciones redox fueron las siguientes:

- Determinar la configuración electrónica de diversos átomos a partir de su número atómico, haciendo especial hincapié en los átomos que van a participar en los ejemplos redox propuestos
- Analizar cómo los electrones se van colocando en diferentes orbitales y niveles en función del número atómico de los mismos.
- Descubrir ciertas propiedades periódicas de los elementos en función de su posición en la Tabla Periódica, como nº de oxidación, facilidad a ganar o perder electrones, electronegatividad, afinidad electrónica, etc.

Tras la explicación de los conceptos referentes a la unidad didáctica que nos ocupa, se procedió al uso del simulador por parte del docente, mostrando de esta forma el funcionamiento del mismo, y los puntos más destacados e interesantes del simulador. Estos simuladores se encuentran alojados en la plataforma Moodle de la Universidad de Málaga, por lo que, los estudiantes podrán acceder en el momento y lugar que ellos consideren opportuno.

El presente estudio utiliza un programa de simulación llamado Reacciones de Reducción y de Oxidación (redox) con el fin de enseñar a los estudiantes cómo se producen las reacciones redox en disolución.

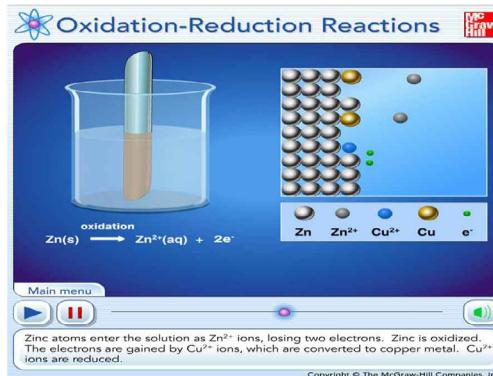


Figura 2. Simulación multimedia de reacción redox entre los átomos de cobre y de zinc (extraída de <http://highered.mheducation.com/>)

De esta forma, los estudiantes son capaces de ver cómo se produce la reacción redox bajo un punto de vista microscópico; es decir, cómo se produce el intercambio de electrones a nivel atómico. Una vez asimilado el proceso a nivel microscópico, los alumnos/as crearán los modelos mentales correspondientes y posteriormente, se llevará a cabo el proceso en el laboratorio a nivel práctico, con objeto de pasar del nivel microscópico al macroscópico para una total asimilación del proceso redox en su conjunto.

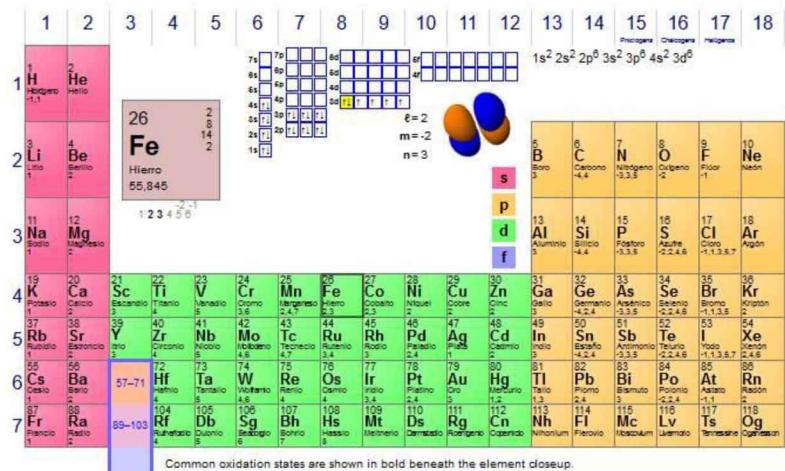


Tabla Periódica Diseño e Interfaz de Copyright © 1997 Michael Dayah. Ptable.com Última actualización 15 jun. 2017

Figura 3. Tabla periódica virtual (de [www.Ptable.com/](http://www.Ptable.com/)) diseñada por Michael Dayah

57 La Lantano	58 Ce Cerio	59 Pr Praseodimio	60 Nd Neodimio	61 Pm Prometio	62 Sm Bario	63 Eu Bario	64 Gd Gadolinio	65 Tb Tetra	66 Dy Diopasio	67 Ho Holmia	68 Er Erbio	69 Tm Tulio	70 Yb Yterbio	71 Lu Lutecia
58 Gd Gadolinio	59 Tb Tetra	60 Dy Diopasio	61 Ho Holmia	62 Er Erbio	63 Tm Tulio	64 Yb Yterbio	65 Lu Lutecia	66 Ce Cerio	67 Pr Praseodimio	68 Nd Neodimio	69 Pm Prometio	70 Sm Bario	71 Eu Bario	72 Gd Gadolinio
59 Tb Tetra	60 Dy Diopasio	61 Ho Holmia	62 Er Erbio	63 Tm Tulio	64 Yb Yterbio	65 Lu Lutecia	66 Ce Cerio	67 Pr Praseodimio	68 Nd Neodimio	69 Pm Prometio	70 Sm Bario	71 Eu Bario	72 Gd Gadolinio	73 Lu Lutecia

Antes de visionar la aplicación multimedia, los alumnos/as, con la ayuda de una tabla periódica virtual han aprendido las características principales de los elementos que participan en las reacciones, tales como configuración electrónica, posición que ocupan en la tabla periódica, reactividad, orbitales, el porqué de su reactividad, etc. Lo más importante para el éxito de esta aplicación multimedia sería promover la visualización como estrategia de aprendizaje y la aplicación de las habilidades de visualización desarrolladas en otros procesos químicos.

## Muestra

La asignatura que participa en el proyecto es Química de 1º curso del Grado de Ingeniería Eléctrica, de la Escuela Politécnica de la Universidad de Málaga, con 120 alumnos/as, de los cuales, han participado 86 de los mismos, en el curso 2016/17.

La muestra estuvo formada por 86 estudiantes de dos grupos A y B, del Grado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Málaga, durante el segundo semestre y en la asignatura de Química, que consta de 6 créditos ECTS (European Credit Transfer System). El programa de la asignatura indica que la formación es presencial y complementada con formación virtual, utilizando la plataforma Moodle de la Universidad de Málaga. Los estudiantes procedían de una amplia variedad de antecedentes socioeconómicos y culturales. Las actitudes de los estudiantes hacia la Química fueron diversas, teniéndose en cuenta que la asignatura de Química es de carácter obligatoria en este Grado. En el estudio, uno de los dos grupos empleados se consideró experimental y el otro grupo sería el grupo de referencia para comprobar los beneficios obtenidos al realizar la modificación didáctica en la asignatura. En ambos grupos el docente de la asignatura fue el mismo y se impartieron las clases de forma similar. El docente de esta asignatura es uno de los autores de este trabajo, y la selección de estos grupos es debida a la asignación docente del mismo. La simulación por ordenador usada para el aprendizaje de las reacciones redox ha sido proporcionada por McGraw Hill. Este programa es gratuito y disponible en la web de Internet y consta de un proceso redox entre el cobre y el zinc, tal como se observa en la Figura 2.



## Resultados

El principal objetivo de esta investigación era conocer si esta herramienta implicaba mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura, en concreto de la unidad didáctica Electroquímica, usando para ello estudios comparativos de los resultados académicos del grupo referencia y experimental. Antes de comenzar la asignatura, ambos grupos realizaron un test de conocimientos iniciales, que fue valorado y evaluado para determinar los conocimientos de partida del alumnado. Este test contenía una serie de preguntas y cuestiones sobre contenidos relativos a las reacciones redox y que formaban parte de la programación de la asignatura. Una vez finalizada la unidad didáctica, los estudiantes de ambos grupos cumplimentaron de nuevo el test permitiendo valorar cuáles habían sido los conocimientos adquiridos. Además, el grupo experimental cumplimentó un cuestionario (Tabla 1) evaluando la utilidad que ellos le otorgaban al uso de las TIC en su proceso de enseñanza/aprendizaje para la comprensión de la asignatura, en concreto, de las reacciones redox, basado en una escala Likert de 1 a 5, en la que 1 significaba un grado de utilidad muy bajo y 5 un grado de utilidad muy alto.

En primer lugar, para proceder a estudiar los resultados obtenidos, se realizó una prueba «t» para muestras independientes, siendo la variable independiente el grupo y la variable dependiente los resultados del pre-test y el post-test. El análisis mostró que no había diferencias significativas entre ambos grupos cuando se estudiaban los resultados del pre-test, valor de Chi cuadrado  $> 0.05$ . Sin embargo, y tras el uso de la tabla periódica virtual y la aplicación multimedia para el estudio de las reacciones redox, las calificaciones obtenidas por los alumnos/as en el post-test en el caso del grupo experimental resultó con una calificación superior a las del grupo referencia. Tras observar este hecho, se realizó nuevamente la prueba "t" student, mostrando que si había diferencias significativas entre ambos grupos (Chi cuadrado  $< 0.05$ ), lo que parece indicar que la utilización de las TIC es efectiva. Los residuales satisfacen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. La prueba de Levene para la igualdad de varianzas nos permite asumir varianzas iguales,  $> 0.05$ .

Grupo	Calificación Inicial media	Calificación Final Media
A Control	4.15	5.88
B Experimental	3.72	7.22
Sig. Lateral	0.063	0.00

Tabla 2. Calificaciones de los grupos A y B, iniciales y finales.

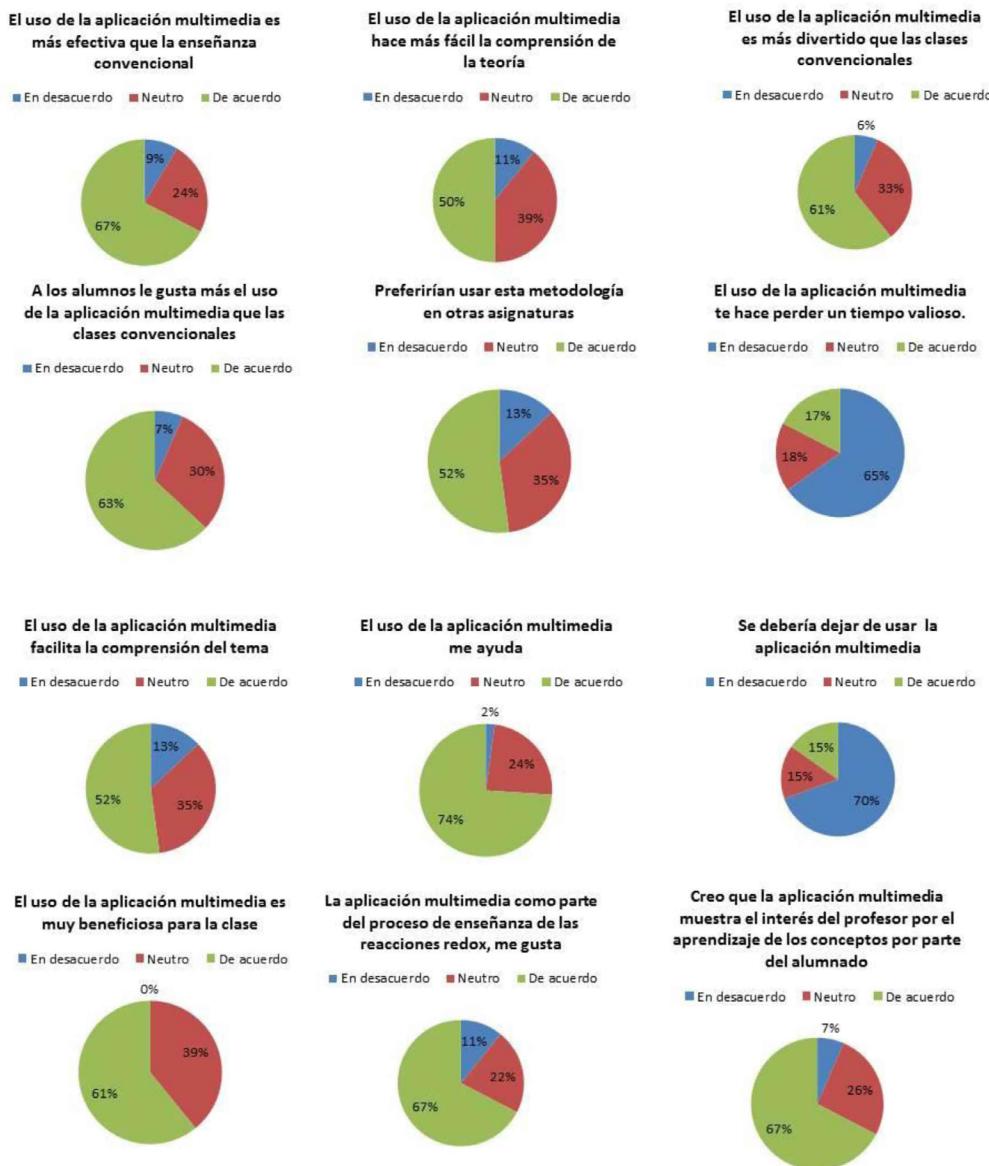
Los resultados indican que el grupo experimental, grupo que ha participado en la modificación didáctica, presenta una mayor calificación media en los resultados del post-test que el grupo de referencia (superior en aproximadamente 2 unidades). Observándose los resultados del post-test en la Tabla 2 y comparándolos con los resultados del pre-test, se puede concluir que se ha producido una mejora significativa en la calificación en la unidad didáctica, en ambos grupos tras la explicaciones del docente y realización de diversas actividades, siendo esta calificación superior para el grupo experimental que ha participado de forma activa en la modificación didáctica, lo que puede implicar, una mejora en el proceso del aprendizaje de dicha unidad didáctica, lo que se atribuye al uso y participación en las herramientas alojadas en el campus virtual de la Universidad de Málaga.



En concreto, y basado en los tests calificados se puede indicar que estos alumnos/as que han participado en la modificación didáctica usando el simulador redox han mejorado el proceso de enseñanza/aprendizaje de estos conceptos en lo referente a comprender más fácilmente que está ocurriendo a nivel microscópico en una reacción redox, lo que les ha ayudado a clarificar las ideas sobre los conceptos básicos de la unidad didáctica. Esto a su vez, les permitió comprender más fácilmente cuales eran las características de los elementos implicados en las reacciones de este tipo.

Por otro lado, los cuestionarios sobre la utilidad del uso de las TIC, tenían por objeto averiguar el grado de aceptación de la modificación didáctica según la visión de los estudiantes, con intención de seguir utilizando esta estrategia didáctica en la asignatura, siempre que el alumnado la considerase adecuada (Figura 4). Este cuestionario fue solo cumplimentado por el grupo experimental que fue el que participó de forma activa en la modificación didáctica de la unidad. Como se puede observar en la Figura 4, en la que se muestran las respuestas a todos los ítems del cuestionario, en todos los casos en los que el ítem es positivo (1,2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11,12) la puntuación media obtenida es superior a 3, lo que indica la respuesta está de acuerdo con el ítem propuesto. En aquellos casos, ítem 7 y 9 cuyo enunciado es negativo, la puntuación es muy inferior a 3, lo que indica que el alumnado está en desacuerdo con ese ítem.

De los datos obtenidos a partir del cuestionario se dedujo que más de 50% de los alumnos/as consideraron el uso de las TIC más efectivo para entender los conceptos que la lectura privada, el 67.4 % consideró que el uso de esta nueva metodología es más efectiva que la enseñanza convencional, el 50% indicó que el uso de las TIC hace más fácil la comprensión de la teoría, un 52% comentan que preferirían usar esta metodología en otra asignaturas, 61% indicó que el uso de la aplicación es muy beneficiosa para las clases y 67% comentan que les gusta el uso de la aplicación para comprender las reacciones redox. Se puede observar que en todas las preguntas que muestran un contenido positivo, el alumnado está de acuerdo o muy de acuerdo. Además, se puede afirmar que más del 50% de los estudiantes indican que el uso de esta nueva metodología les facilita la comprensión de los conceptos. En cuanto a las dos preguntas con contenido negativo, "el uso de la aplicación multimedia te hace perder un tiempo valioso" y "se debería dejar de usar la aplicación multimedia", el alumnado está en total desacuerdo, un 65% y un 70% de los estudiantes están en desacuerdo con estos dos enunciados. Lo que está totalmente de acuerdo con lo que han indicado en los ítems con contenido positivo.



**Figura 4.** Resultados obtenidos de cada una de los ítems del cuestionario.

## Conclusiones e implicaciones didácticas

Se ha diseñado una modificación didáctica en la asignatura de Química en el grado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Málaga, que incluye el uso de una tabla periódica virtual y un simulador de reacciones redox, con objeto de mejorar el aprendizaje de los alumnos/as. La investigación se ha llevado a cabo en los dos grupos de la misma asignatura Química.

Los resultados obtenidos para este caso estudiado en la Universidad de Málaga mostraron que los estudiantes del grupo experimental tuvieron más éxito en el aprendizaje de la unidad didáctica que el grupo de referencia, quienes siguieron estrictamente la programación de la asignatura. Se ha demostrado que la utilización



de las aplicaciones/simuladores facilita a los alumnos/as el aprendizaje de la unidad didáctica Electroquímica, mostrándose una mejora en la consecución de los objetivos. Además, esto ha conllevado un aumento en su calificación, aunque no ha supuesto un aumento significativo de la calificación final de la asignatura. Las impresiones por parte de los profesores y la encuesta de satisfacción realizada a los alumnos/as avalan también que el uso de la aplicación/ simulador mejora aspectos motivacionales y de aprendizaje de los alumnos/as. El uso de los tests iniciales y finales han permitido demostrar, basado en la sustancial mejora de los resultados de los test posteriores en el grupo experimental, que el empleo de los simuladores ha influenciado el proceso de enseñanza/aprendizaje de la unidad.

Todas las técnicas y tecnologías que aparecen en esta experiencia deben ser consideradas como herramientas adicionales, cuya finalidad es la de mejorar, potenciar, estimular, motivar y favorecer el proceso de enseñanza/ aprendizaje de las ciencias en los alumnos/as del Grado universitario en el que se ha aplicado esta propuesta didáctica. Los resultados obtenidos avalan la propuesta didáctica realizada, y muestran la utilidad del uso de las TIC para mejorar la compresión de los conceptos químicos a los estudiantes del Grado de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Málaga. Estos resultados están en la línea de los obtenidos por otros autores (Reyes, Porro y Pirovani, 2015) que instan a los docentes a que durante los primeros cursos de la universidad se planteen nuevas estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje significativo. No obstante, consideramos que es necesario profundizar en este estudio en diversas líneas:

- a) Se ha presentado una evaluación global de la propuesta didáctica en términos de su influencia en la mejora del aprendizaje de la Química. Es necesario, también, abordar la evaluación de cada una de las actividades utilizadas en dicha propuesta.
- b) Esta evaluación permitirá mejorar las actividades de enseñanza/aprendizaje utilizadas, implicando a los propios estudiantes, de forma individual o cooperando entre ellos, en la búsqueda, análisis, presentación y reflexión crítica de situaciones en la que la Química juega un papel importante en su formación y en el quehacer profesional.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

- Ariza, M. R. y Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), 101-115.
- Cabero, J. (2010). Retos de la integración de las TIC en los procesos educativos. Límites y posibilidades. *Perspectiva educacional*, 49 (1), 32-61.
- Capuano, V. C. (2011). El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *VEsC-Año 2-Número 2*.
- Cataldi, Z. Chiarenza, D. Dominighini, C. Donnamaria, C. y Lage, F. J. (2010). TICs en la enseñanza de la Química. Propuesta para la selección del Laboratorio Virtual de Química (LVQ), *XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.



- Driver, R. Guesne, E. Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata/MEC.
- Franco-Mariscal A.J., Oliva-Martínez, J. M. y Almoraima M. L. (2015). Students' Perceptions about the Use of Educational Games as a Tool for Teaching the Periodic Table of Elements at the High School Level. *Journal of Chemical Education*, 92, 278–285
- Frías, M. V. Arce, C. y Flores-Morales, P. (2016). Uso de la plataforma [Socrative.com](http://Socrative.com) para alumnos de Química General. *Educación Química* 27, 59-66.
- Gisbert, M. [et al.] (1997). "El docente y los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje". En: Cebrián [et al.]. Recursos tecnológicos para los procesos de enseñanza y aprendizaje (pág. 126-132). Málaga: ICE / Universidad de Málaga.
- González, H., Spengler, I., Vidal, G., Fernández, D., Pérez, C., García, I. & de Armas, Y. (2007). ¿Aprender Química general de forma diferente? *Revista Cubana de Química*, 19(3), 32-35.
- Hernández, D. y Astudillo, L. (2014). Titulaciones ácido –base con el empleo de software. *Educación Química.*, 25(1), 42-45.
- <https://es.slideshare.net/jesusherrera97/balanceo-redox>
- Marqués, P. (2000). *Didáctica: Los procesos de enseñanza y aprendizaje*, Barcelona, España: Editorial Graó.
- Morales, M. Trujillo, J. M. y Raso, F. (2015). Percepciones acerca de la integración de las TIC en proceso de enseñanza-aprendizaje de la Universidad. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. Nº 46.
- Ollino, M.A. Reveco P.O. y Alarcón H. (2007). Enseñanza de la Química a estudiantes de Ingeniería de primer año: Cuatro semestres probando las estrategias de aprendizaje activo en diferentes escenarios.
- Oliver, M.C. Eimer, G. A. Bálsamo, N.F. y 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 Ciencia e Ingeniería*, 2(2), 117-129
- Pérez, I. y García, A. (2002). "Nuevas estrategias didácticas en entornos digitales para la enseñanza superior". En: J. Salinas; A. Batista (coord.). *Didáctica y tecnología educativa para una universidad en un mundo digital*. Universidad de Panamá: Imprenta Universitaria.
- Perich, D. (2008) Articulación Educación Media-Superior. Disponible en internet: [http://www.sectormatematica.cl/articulos/articulacion\\_danny.pdf](http://www.sectormatematica.cl/articulos/articulacion_danny.pdf)
- Pozo, J. I. y Gómez-Crespo, M. A. (2009). Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico: más allá del cambio conceptual, en J. I. Pozo y M. A. Gómez-Crespo (eds.). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, España: Ediciones Morata, pp. 128-146.
- Rodríguez, S. V. (2012). Desarrollo de un material didáctico multimedia para facilitar el aprendizaje de química. *Revista Educación en Ingeniería*, 7 (14), 1-9.
- Reyes, S. Porro, S. y Pirovani, M. (2015). Actitudes hacia la química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 11, 70-76.
- Salinas, J. (1997). "Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información". *Revista Pensamiento Educativo* [artículo en línea] (n.º 20; pág. 81-104). PUC de Chile. <http://www.uib.es/depart/gte/ambientes.html>
- Suarez, J. M. Almerich, G. Gargallo, B. y Aliaga, F. M. (2013). Las competencias del profesorado en TIC: Estructura básica, *Educación XXI*. 16.1, 39-62.



Pérez, F. y Vílchez, J.E. y (2013). Percepción de futuros maestros sobre el potencial de las TIC en la educación: de las expectativas a la realidad. *Revista Fuentes*, 13, 155-172.

[www.Ptable.com/?lange.es](http://www.Ptable.com/?lange.es)

[www.http://highered.mheducation.com](http://www.http://highered.mheducation.com)

Yenica, N. (2003). Effect of computer assisted science instruction on attitudes towards computers and science. *The Turkish online journal of educational technology*, 12, 2303-2321.

Yıldırım, Z., Ozden M., Aksu, M. (2001). Comparison of Hypermedia Learning and Traditional Instruction on Knowledge Acquisition and Retention. *The Journal of Education Research*, vol. 94.



## ANEXO



## TEST DE CONOCIMIENTO

### Unidad didáctica: Electroquímica

1. De las siguientes afirmaciones, cuales son verdaderas:
  - a) Si un elemento gana electrones, se dice que se ha oxidado.
  - b) Si un elemento pierde electrones, se dice que se ha reducido.
  - c) Cuando un elemento gana electrones se dice que se ha reducido.
  - d) Un elemento que cede fácilmente electrones es un reductor.
  - e) Un elemento que tiende a robar electrones es un reductor.
  - f) Cuando un elemento aumenta su número de oxidación se dice que se han oxidado.
2. Indicar el número de oxidación de cada elemento en los siguientes compuestos o iones.
  - a) NH<sub>4</sub>ClO<sub>4</sub>
  - b) CaH<sub>2</sub>
  - c) HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
3. Verdadero o falso, "la suma algebraica de los número de oxidación de todos los átomos de cualquier especie química (molécula o ion) es siempre igual a cero".
4. En la reacción CuCl<sub>2</sub> (aq) + Zn(s) == ZnCl<sub>2</sub> (aq) + Cu (s)
  - a) Los iones Cu<sup>2+</sup> actúan como reductores
  - b) Los iones Cl<sup>-</sup> actúan como oxidantes
  - c) Los iones Cu<sup>2+</sup> se oxidan
  - d) Los iones Cl<sup>-</sup> se reducen.
  - e) El Zn(s) se oxida.
  - f) El Cu(s) es el reductor conjugado de los iones Cu<sup>2+</sup>
5. Ajustar, por el método del número de oxidación, la siguiente reacción:  
$$\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 == \text{S} + \text{H}_2\text{O}$$



6. En una pila Daniell con un puente salino de KCl:

- a) Por el circuito externo, los electrones circulan desde el electrodo de Zn al de Cu.
- b) En cambio, por el circuito líquido interno, los electrones circulan desde el electrodo de Cu al de Zn.
- c) El electrodo de Zn es el polo negativo de la pila
- d) Al electrodo de Zn se dirigen, por tanto, los iones  $K^+$  del puente salino.
- e) Cuando la pila produce energía eléctrica, disminuyen de peso las dos varillas de Zn y de Cu, que forman los electrodos.

7. Verdadero o falso, "En el ánodo de una pila se realiza un proceso de oxidación, mientras que en el ánodo de una cuba electrolítica se realiza un proceso de reducción".



## TEMARIO QUÍMICA GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.

- Tema 1: Estructura de la materia.
- Tema 2: Enlaces
- Tema 3: Cinética y equilibrio.
- Tema 4: Ácidos-bases y solubilidad.
- Tema 5: Electroquímica.
- Tema 6: Conceptos básicos.
- Tema 7: Balances de materia I.
- Tema 8: Balances de materia II.
- Tema 9: Metalurgia.
- Tema 10: Materiales silíceos.
- Tema 11: Petróleo.
- Tema 12: Polímeros

### Unidad didáctica: Tema 5. Electroquímica

Con la modificación introducida los objetivos esperados son:

#### OBJETIVO:

Que los alumnos/as comprendan y apliquen los conceptos básicos estudiados en el tema Electroquímica, ya que el dominio de ellos es fundamental para comprender los contenidos básicos de química en Grado Electricidad.

Dar a conocer a los estudiantes conceptos básicos, enseñándoles la forma de aplicarlos, permitiéndoles ver lo que sucede a nivel microscópico en una reacción redox y su descripción en el balanceo de ecuaciones químicas.

#### LOGRO:

Analizar ecuaciones químicas, deducir si son redox, ajustar dichas reacciones y plantear los cálculos estequiométricos cuando se está tratando una reacción de óxido reducción.

#### INDICADOR DE LOGRO:

Diferencia métodos para balancear ecuaciones químicas redox y aprender lo que sucede a nivel microscópico en este tipo de reacciones.

#### CONTENIDO

Antes de iniciar el estudio del balanceo de ecuaciones químicas redox se estudiarán conceptos que son necesarios para poder efectuar dicho procedimiento:

Símbolos químicos

Estado De Oxidación

Reacción Reducción

Reacción de Oxidación



Distintos métodos de ajustes de las reacciones redox.

**EVALUACION:**

La evaluación es todo un proceso que implica las acciones de las herramientas virtuales, actividades físicas y virtuales, apuntes, y actitudes, frente a cada una de las actividades propuestas.