



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

XIII JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Noves estratègies organitzatives i metodològiques en la formació
universitària per a respondre a la necessitat d'adaptació i canvi



JORNADAS
DE REDES DE INVESTIGACIÓN
EN DOCENCIA UNIVERSITARIA **XIII**

Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación
universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio

ISBN: 978-84-606-8636-1

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-606-8636-1

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Publicación: Julio 2015

Los simuladores como recurso educativo ante las consideraciones alternativas del Equilibrio Químico en estudiantes universitarios

P. Narciso-Linares¹; J. Narciso-Romero²; J.M. Molina-Jordá²

¹*Facultad de Educación.*

²*Departamento de Química Inorgánica*

²*Instituto Universitario de Materiales de Alicante*

Universidad de Alicante

RESUMEN

El Equilibrio Químico en todas sus vertientes (reacciones de oxidación- reducción, comportamiento ácido-base, principio de Le Chatelier, etc.) es uno de los conceptos esenciales de la Química y es la base para la comprensión de una amplia gama de situaciones de interés en dicho campo. Por lo tanto es fundamental que el alumno alcance esa destreza-concepto lo antes posible, lo que conlleva que sea necesaria una revisión metodológica para adaptarse a los nuevos tiempos y a las nuevas necesidades de los alumnos. Dicha revisión está encaminada a tratar de dar respuesta a las consideraciones alternativas que presentan los alumnos en el ámbito universitario en relación al concepto de Equilibrio Químico. Para llevarla a cabo, se propone el uso de simuladores interactivos como recurso de apoyo que permita el acceso a un escenario novedoso que facilite la interacción directa con los principios y conceptos más significativos. Los simuladores, desde un enfoque constructivista, dan respuesta a la necesidad de adaptación y cambio que suscita el cambio de paradigma metodológico en ambientes universitarios, contribuyendo, en gran medida, al aprendizaje autónomo del alumno.

Palabras clave: concepción alternativa, Equilibrio Químico, Simuladores.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema/cuestión

Numerosos estudios advierten de que el Equilibrio Químico es un tema que presenta grandes dificultades tanto para el abordaje docente como para la comprensión por parte del alumnado.

Debido a la importancia que tiene el tema de Equilibrio Químico y los conceptos que derivan de la temática, considerándose conceptos básicos en química general, se hace necesario el planteamiento de una metodología accesible para los alumnos que permita dar un soporte conceptual y procedimental a la temática.

1.2. Revisión de la literatura

Diversas investigaciones tratan de esclarecer cuáles son los principales errores conceptuales que presentan los alumnos en los últimos años de instituto, lo que conlleva a que, generalmente, estos errores se mantengan durante su formación universitaria.

En Química existen numerosos estudios que tienen como objeto analizar los errores conceptuales o ideas alternativas que presentan los alumnos, así como sus características y los posibles desencadenantes de dichos errores.

Por su parte, Novak (2002) interpreta la situación de existencia y a su vez, de persistencia de ideas alternativas como “Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies” estableciendo el término *LIPH*. *LIPH* hace referencia a las estructuras conceptuales, ya sean limitadas o inadecuadas, que crean los estudiantes, las cuales les llevan a poseer dicha idea alternativa.

En relación a los factores desencadenantes de las *LIPH*, Gómez Crespo (1996) considera que muchas de estas ideas pueden considerarse inducidas, es decir, adquiridas a través de la enseñanza y de los medios de comunicación, dado que en esta área del conocimiento los conceptos con que se trabaja poseen un alto nivel de abstracción.

Siguiendo esta línea de investigación, cabe destacar que se encuentran investigaciones que abordan numerosos principios, conceptos y/o temas que abarcan la química general. Sin embargo, el Equilibrio Químico es un tema que requiere especial mención debido a su utilidad para la comprensión de una amplia gama de situaciones de interés en el campo de la Química.

En primer lugar debemos definir que es el equilibrio químico. “Se entiende que un sistema está en equilibrio químico cuando las concentraciones de reactivos y productos permanecen constantes, y esto ocurre cuando la velocidades de reacción directa e inversa son iguales”, y el sistema permanecerá invariante con el tiempo, siempre y cuando no se modifiquen las condiciones de contorno.

El Equilibrio Químico es considerado por los docentes como uno de los temas que mayor dificultad presenta tanto en su enseñanza como en el aprendizaje, evidencia que se extrae de un gran número de trabajos realizados en torno a esta idea, de los cuales existen revisiones como las que proporcionan autores como van Driel y Gräber (2002) y Raviolo y Martínez (2003).

Raviolo y Martínez (2003) destacan que entre las dificultades más corroboradas en investigaciones se encuentran: la confusión entre cantidad y concentración, la imagen estática y la imagen compartimentada (reactivos y productos por separado) del equilibrio. Así mismo, llegan a la conclusión que las concepciones alternativas son comunes en estudiantes de diferentes medios, edades, género e incluso culturas. Y afirman que esta universalidad se observa en un tema como el equilibrio químico en una mayor medida, **en** contraposición de la opinión de Gómez Crespo (1996) , debido a que se construye en el ámbito académico, no en el contexto cotidiano. Concluyendo “en la enseñanza formal de este tema se utilizan metodologías y libros de textos similares, algo que se manifiesta, especialmente, en los primeros cursos de universidad donde se hace más notable una gran uniformidad en los modelos de enseñanza”

En la recopilación de investigaciones realizada por Raviolo y Martínez (2003) se puede observar como esta universalidad de concepciones alternativas se pone en evidencia. Para poder realizar una investigación pormenorizada de dichas concepciones, establecen una categorización de 8 ítems: a) concepciones previas necesarias para el estudio del equilibrio químico; b) características de un sistema en equilibrio químico; c) lenguaje, simbolismos empleado y constante de equilibrio; e) velocidades de reacción; f) catalizadores; g) energía y h) equilibrios heterogéneos. A través de las distintas categorías recoge los principales estudios y aportaciones con el fin de esclarecer cuáles son las principales concepciones alternativas que presentan los estudiantes. Con el fin de centrar el tema, se realiza una adaptación del estudio realizado por Raviolo y Martínez (2003) (Tabla 1) recogiendo únicamente las investigaciones realizadas con alumnos universitarios.

Tabla 1. Síntesis de concepciones alternativas y dificultades en el tema de equilibrio químico en estudiantes universitarios. Adaptada de Raviolo y Martínez (2003)

Categoría	Concepción alternativa/dificultad
a) Conceptos previos que se utilizan en el estudio del equilibrio químico.	<ul style="list-style-type: none"> - Indiferenciación entre cantidad y concentración. (Ej. Masa- concentración). Furió y Ortiz (1983); Bergquist y Heikkinen (1990); Quílez y Solaz (1995) - No aceptación de reacciones químicas reversibles, o indiferenciación. Huddle y Pillay (1996); Quílez (1998) Furió y Calatayud (2000) - Confusión entre coeficientes estequiométricos y cantidades presentes en una reacción química. Huddle y Pillay (1996) - Dificultades matemáticas y en estequiometría. Quílez y Solaz (1996) - Confusión sobre el comportamiento de gases. Bergquist y Heikkinen (1990); Quílez y Solaz (1995); Furió y Calatayud (2000) - Incapacidad en el manejo de la proporcionalidad. Bergquist y Heikkinen (1990);
b) Características de un sistema en equilibrio químico.	<ul style="list-style-type: none"> - Desconocimiento de la condición de ser un sistema cerrado. Furió y Ortiz (1983); - Compartimentación del equilibrio. Furió y Ortiz (1983); Cros et al. (1984); Quílez (1998) - Composición del sistema igual a una relación aritmética simple o estequiométrica. Huddle y Pillay (1996); Raviolo y Martínez Aznar (2000) - Consideran al equilibrio como estático. Cros et al. (1984); Camacho y Good (1989); Thomas y Shwenz (1998) - Consideran al equilibrio como único. Raviolo y Martínez Aznar (2000) - Comportamiento pendular Bergquist y Heikkinen (1990); Raviolo y Martínez Aznar (2000) - Incomprensión de “reactivo limitante” en una situación de equilibrio Bergquist y Heikkinen (1990); Quílez y Solaz (1995); Raviolo y Martínez Aznar (2000);
c) Lenguaje, simbolismo empleado y constante de equilibrio.	<ul style="list-style-type: none"> - Incorrecta interpretación de la doble flecha con distintas longitudes. Cros et al. (1984) - Desconocimiento de cuando K es constante. Furió y Ortiz (1983); Camacho y Good (1989); Thomas y Shwenz (1998); Voska y Heikkinen (2000) - Mantiene K inalterada ante cambios de temperatura. Raviolo y Martínez Aznar (2000) - Consideran que en el equilibrio K_c es igual a 1. Huddle y Pillay (1996)
d) Efecto del cambio de variables sobre el equilibrio	<ul style="list-style-type: none"> - Mayores dificultades al aplicar Le Chatelier ante cambios de temperatura. Voska y Heikkinen (2000) - No consideran todos los factores que afectan al equilibrio (control de variables). Huddle y Pillay (1996); Furió y Calatayud (2000) - Dificultades al comparar las concentraciones entre un equilibrio inicial y uno final. Raviolo y Martínez Aznar (2000) - Aplicación de Le Chatelier a situaciones que conducen a predicciones incorrectas. Quílez y Solaz (1995); Furió y Calatayud (2000) - Incomprensión del efecto de agregar gas inerte al sistema de equilibrio. Quílez y Solaz (1995); Quílez (1998)
e) Velocidades de reacción	<ul style="list-style-type: none"> - Confusión entre velocidad y extensión. Camacho y Good (1989); Huddle y Pillay (1996) - La velocidad directa aumenta en la aproximación al equilibrio. Niaz (1995); Raviolo y Martínez Aznar (2000) - Cuando la v_d aumenta ante una perturbación la v_i debe disminuir y viceversa. Niaz (1995); Raviolo y Martínez Aznar (2000) - Igualdad de las v_d y v_i en equilibrio final con las del equilibrio inicial. Raviolo y Martínez Aznar (2000) - Aplicación de Le Chatelier a las velocidades. Niaz (1995)
f) Catalizadores	<ul style="list-style-type: none"> - El catalizador no afecta a la reacción inversa. Voska y Heikkinen (2000) - El catalizador disminuye la velocidad inversa. Raviolo y Martínez Aznar (2000) - El catalizador produce mayor proporción de productos en una mezcla en equilibrio.

	Cros y otros (1984)
g) Energía	<ul style="list-style-type: none"> - Mal interpretación de la información que brinda el DH. Camacho y Good (1989) - No relacionan DG° con la extensión equilibrio. Camacho y Good (1989) - Confunden ΔG° con ΔH Camacho y Good (1989) - No comprensión de un proceso termodinámicamente reversible. Thomas y Shwenz (1998) - Confunden energía de activación con ΔG°. Thomas y Shwenz (1998)
h) Equilibrios heterogéneos	<ul style="list-style-type: none"> - Confusión entre masa y concentración. Furió y Calatayud (2000) - La adición de más sólido modifica el equilibrio Quílez (1998); Thomas y Shwenz (1998); Voska y Heikkinen (2000); Furió y Calatayud (2000)

Como es evidente, se está ante una problemática generaliza y a la que se debe prestar especial atención. Se considera que estas consideraciones alternativas podrían ser modificadas haciendo al alumno protagonista de aquello que aprende.

Diversas corrientes pedagógicas, como el constructivismo, destacan la importancia que tiene el papel del alumno en el proceso de la construcción de su propio conocimiento. Así mismo, se debe tener en cuenta, tal como establece Novak,(2002), que las interpretaciones que realizan los alumnos no dependen únicamente de las características del medio en el que aprende, si no que las estructuras de conocimiento que ya poseen, las estrategias cognoscitivas disponibles y los propios interés y propósitos de los alumnos juegan un papel muy importante.

Seguindo la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1983), se afirma que el aprendizaje se realiza siguiendo una estructura jerárquica, ya que los conceptos se van integrando en la estructura cognoscitiva anterior. Por tanto, el aprendizaje únicamente resulta significativo cuando se puede relacionar los nuevos contenidos con los ya adquiridos. Por ello, es necesario que el alumno posea conceptos claros, estables y específicamente relevantes en su estructura cognitiva, que le permitan dar significado al nuevo material de aprendizaje, pero además debe poder percibir su relación con el nuevo conocimiento (Rocha 2007).

Debido a lo comentado anteriormente, es esencial que tanto los conceptos que se adquieren como los adquiridos anteriormente estén bien estructurados y sean estables.

Por ello, el presente trabajo pretende prestar atención en el aprendizaje conceptual a través de la superación de las concepciones alternativas que se realizan en la temática del Equilibrio Químico a través de la utilización de simuladores interactivos. Hasta el momento, su utilización como herramienta de mejora en los conceptos de Equilibrio Químico a nivel universitario ha sido poco explorada, y, debido al potencial que dichas herramientas guardan, se propone su uso para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y así disminuir las

dificultades de aprendizaje o consideraciones alternativas propias que esta temática sugiere así como propiciar el autoaprendizaje de los alumnos.

1.3. Propósito

Debido a la importancia que presenta el Equilibrio Químico en conceptos considerados esenciales (reacciones de oxidación- reducción, comportamiento ácido-base, principio de Le Chatelier, etc.) y que son la base para la comprensión de una amplia gama de situaciones de interés en el campo de la Química, se propone el uso de simuladores interactivos como recurso de apoyo que proporcione un escenario novedoso que permita la interacción directa con los principios y conceptos más significativos y sus respectivas interacciones con el fin de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, haciendo al alumno partícipe de la creación de su propio conocimiento para así disminuir las dificultades de aprendizaje o consideraciones alternativas propias que esta temática sugiere así como propiciar el autoaprendizaje de los alumnos.

2. DESARROLLO DE LA CUESTIÓN PLANTEADA

2.1 Objetivos

- Presentar herramientas (simuladores) para que mediante su uso se pueda favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos que conforman el Equilibrio Químico.
- Analizar los distintos simuladores disponibles que permitan la interacción y fomenten el aprendizaje constructivista del Equilibrio Químico.
- Analizar qué concepciones alternativas se presentan en los simuladores escogidos.

2.2. Método y proceso de investigación

El propósito es, como se ha dicho anteriormente, presentar simuladores que permitan, partiendo de la teoría pedagógica del constructivismo, que sean los propios alumnos los “constructores activos del conocimiento” (Kelly 1955; Piaget, 1978) y permitiendo tanto salvar las dificultades que se derivan de la comprensión del equilibrio químico como potenciar el autoaprendizaje del alumno.

Por ello, se analiza el impacto y las características de los simuladores virtuales, para centrarnos posteriormente en los simuladores virtuales que se centren en la temática de Equilibrio Químico seguido de un breve análisis de sus características.

Zornoza (2006) define los programas de simuladores como un conjunto de instrucciones (software) que se ejecuta sobre un ordenador (hardware) con el fin de imitar (de manera más o menos realista) el comportamiento de un sistema físico (máquina, proceso, etc.).

Siguiendo en esta línea, Sánchez, Sierra, Martínez y Perales (2005) en Zornoza (2006) apuntan que la incorporación del ordenador en el aula, fundamentada pedagógicamente, no solo supone una mejora en el proceso educativo, sino que se adapta eficazmente a un enfoque constructivista del proceso de aprendizaje. En cuanto a las funciones que las tecnologías suscitan en la autoinstrucción, parte importante que se quiere destacar en el uso de los simuladores, Rowntree (1991) en Cabero, J., Castaño, C.; Cebreiro, B. et al. (2003) las concreta en: a) Atraer el interés de los estudiantes; b) Hacer que se recuerde más fácil el aprendizaje; c) Estimular nuevos aprendizajes; d) Justificar y proveer aprendizajes; e) Conseguir que el estudiante responda activamente; f) Dar específico y rápido feed-back a sus respuestas; g) Alentar la práctica y la revisión; y h) Ayudar a los estudiantes a su propio progreso.

Así mismo, Contreras y Carreño (2012) apuntan las ventajas que se derivan del uso de los simuladores, concretándolas en: a) Eliminación de riesgos para los dispositivos y estudiantes; b) Retroalimentación por los resultados inmediatos ocasionados por los cambios introducidos en ciertos parámetros de la simulación; c) Poseen un componente lúdico que permite mantener el interés de los estudiantes (Rivera, 2001) en Contreras y Carreño (2012); d) Involucración del estudiante en su aprendizaje, ya que es él el que tendrá que manejar el simulador, observar los resultados y actuar en consecuencia; e) Resolución de la carencia de experiencia en el fenómeno de estudio que las teorías científicas buscan explicar; f) Su posibilidad de utilizarse en el diseño de actividades que promueven un acercamiento social del aprendizaje (Rojano, 2003) en Contreras y Carreño (2012).

A continuación se presentan los simuladores interactivos escogidos que trabajan la temática del Equilibrio Químico en su infinidad de vertientes:

Phet

Se trata de una página web que recoge multitud de simulaciones científicas. Son simulaciones virtuales que permiten, a través de un manejo muy intuitivo, establecer hipótesis y comprobar las repercusiones que tienen. En relación al equilibrio químico se destacan las siguientes:

- Salts & Solubility

- Acid-Base Solutions
- Balancing Chemical Equations
- Concentration
- Molarity
- pH Scale
- Ph Scale: Basics
- Reversible Reactions

ChemVlab

Se trata de una página web que proporciona un conocimiento extenso del Equilibrio Químico a través de la utilización del laboratorio virtual ChemLab para la realización de ejercicios concretos y estructurados combinado estos con otro tipo de ejercicios interactivos.

ChamLab

Se trata de un laboratorio virtual completo y que presenta una interfaz de fácil interpretación. Permite realizar un sinfín de combinaciones y experiencias que otorgan al receptor.

No se ha considerado este laboratorio a la hora de realizar un análisis de las posibilidades que presenta ya que no se trata de un simulador estructurado, sino que otorga total libertad a quien lo usa.

Chemistry- Davidson

Se trata de una página web que explica y ejemplifica a través de simulaciones diversos principios de la química. Cada uno de los puntos que desarrolla viene acompañado tanto de una explicación del principio como de un ejemplo teórico y de un simulador que permite comprobar aquello que se ha expuesto anteriormente.

En relación al equilibrio químico se destacan los siguientes:

- Basics Concepts
- Equilibrium Constant
- Reaction Table
- Le Chatelier's Principle: Adding and Removing Reactants and/or Products
- Le Chatelier's Principle: Temperature Changes
- Le Chatelier's Principle: Volume Changes

Con la finalidad de apreciar los temas que trabaja cada simulador, se presenta una tabla (Tabla 3) que establece una relación directa entre concepción alternativa y simulador

que trabaja la temática. Para ello se coge como referencia la clasificación adaptada de Raviolo y Martínez (Tabla 1) sobre las concepciones alternativas y se establece una correlación con la temática que realiza cada uno de los simuladores, cogiendo la numeración establecida en la Tabla 2.

Tabla 2. Ordenación de los simuladores

Programa o página de referencia	Simulador	Ubicación	Nº
Phet	Salts & Solubility	http://phet.colorado.edu/en/simulation/soluble-salts	1
	Acid-Base Solutions	http://phet.colorado.edu/en/simulation/acid-base-solutions	2
	Balancing Chemical Equations	http://phet.colorado.edu/en/simulation/balancing-chemical-equations	3
	Concentration	http://phet.colorado.edu/en/simulation/concentration	4
	Molarity	http://phet.colorado.edu/en/simulation/molarity	5
	pH Scale	http://phet.colorado.edu/en/simulation/ph-scale	6
	Ph Scale: Basics	http://phet.colorado.edu/en/simulation/ph-scale-basics	7
	Reversible Reactions	http://phet.colorado.edu/en/simulation/reversible-reactions	8
	ChemVlab	http://www.chemvlab.com/activities/activity.php?id=5	9
Chemistry-Davidson	Basics Concepts	http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/BasicConcepts.html	10
	Equilibrium Constant	http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/EquilibriumConstant.html	11
	Reaction Table	http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/ReactionTable.html	12
	Le Chatelier's Principle: Adding and Removing Reactants and/or Products	http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/LeChatelier.html	13
	Le Chatelier's Principle: Temperature Changes	http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/Temperature.html	14
	Le Chatelier's Principle: Volume Changes	http://www.chm.davidson.edu/vce/Equilibria/Volume.html	15

Como se puede observar, los simuladores escogidos trabajan casi en la totalidad de las dificultades que se presentan en el aprendizaje del Equilibrio Químico. Esto supone que los simuladores proporcionan un enfoque motivador y alternativo que puede ser la clave para mejorar la adquisición de unos conceptos que hasta ahora se ha ido demostrando que desde la perspectiva de la clase magistral no se adquieren en su correcta medida. Así mismo, los simuladores no solo son un recurso novedoso, si no que permiten al alumno, de una manera autónoma indagar en aquellos conceptos que quiera reforzar o ampliar convirtiéndole en un ser autónomo capaz de construir sus propios conocimientos.

Tabla 3. Relación concepciones alternativas – simuladores

Categoría	Concepción alternativa/dificultad	Simuladores
Conceptos previos que se utilizan en el estudio del equilibrio químico.	Indiferenciación entre cantidad y concentración. (Ej. Masa- concentración).	2,4,5,6,7,
	No aceptación de reacciones químicas reversibles, o indiferenciación.	10
	Confusión entre coeficientes estequiométricos y cantidades presentes en una reacción química.	3,10,12
	Dificultades matemáticas y en estequiometría.	3,10,12
	Confusión sobre el comportamiento de gases.	
Características de un sistema en equilibrio químico.	Incapacidad en el manejo de la proporcionalidad.	3,10,12
	Desconocimiento de la condición de ser un sistema cerrado.	2,11
	Compartimentación del equilibrio.	2,11,12
	Composición del sistema igual a una relación aritmética simple o estequiométrica.	2,3,11,12
	Consideran al equilibrio como estático.	1,2,11
	Consideran al equilibrio como único.	2,11
	Comportamiento pendular.	11
Lenguaje, simbolismo empleado y constante de equilibrio.	Incomprensión de “reactivo limitante” en una situación de equilibrio.	2,3,11
	Incorrecta interpretación de la doble flecha con distintas longitudes.	-
	Desconocimiento de cuando K es constante.	9
	Mantienen K inalterada ante cambios de temperatura.	9
Efecto del cambio de variables sobre el equilibrio	Consideran que en el equilibrio Kc es igual a 1.	-
	Mayores dificultades al aplicar Le Chatelier ante cambios de temperatura.	9
	No consideran todos los factores que afectan al equilibrio (control de variables).	8,9,13,15
	Dificultades al comparar las concentraciones entre un equilibrio inicial y uno final.	13,15
	Aplicación de Le Chatelier a situaciones que conducen a predicciones incorrectas.	9,13,15
Velocidades de reacción	Incomprensión del efecto de agregar gas inerte al sistema de equilibrio.	13, 15
	Confusión entre velocidad y extensión.	9
	La velocidad directa aumenta en la aproximación al equilibrio.	9
	Cuando la v_d aumenta ante una perturbación la v_i debe disminuir y viceversa.	-
	Igualdad de las v_d y v_i en equilibrio final con las del equilibrio inicial.	9
Catalizadores	Aplicación de Le Chatelier a las velocidades.	-
	El catalizador no afecta a la reacción inversa.	-
	El catalizador disminuye la velocidad inversa.	-
Energía	El catalizador produce mayor proporción de productos en una mezcla en equilibrio.	-
	Mal interpretación de la información que brinda el ΔH .	14
	No relacionan ΔG° con la extensión equilibrio.	9,14
	Confunden ΔG° con ΔH .	14
	No comprensión de un proceso termodinámicamente reversible.	8,14
Equilibrios heterogéneos	Confunden energía de activación con ΔG° .	-
	Confusión entre masa y concentración.	-
	La adición de más sólido modifica el equilibrio.	1

3. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se derivan de esta contribución son:

- Existe dificultades de aprendizaje o consideraciones alternativas comunes en todo el mundo en relación a los conceptos que engloba el Equilibrio Químico.
- Los simuladores presentan una alternativa metodológica que permite al alumno gestionar su aprendizaje así como ser el principal protagonista del mismo.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H et al. 1983. *Psicología educativa*. México: Trillas.
- Cabero, J. Castaño, C. Cabreiro, B. 2003. Las nuevas tecnologías en la actividad universitaria. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, volumen 20, pp.81-100. Disponible en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n20/n20art/art2008.htm>
- Contreras, G.A. y Carreño, P. 2012 Simuladores en el ámbito educativo: un recurso didáctico para la enseñanza. *Ingenium*, volumen 13, nº 25, pp 107-119. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5038479>
- Gómez, M. 1996. Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, volumen 7, pp. 37- 44.
- Novak, J. 2002. Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, volumen 86 (4), pp. 548 – 571.
- Raviolo, A. y Martínez A., M 2003. Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas. *Educación Química*, volumen 14 (3), pp. 60 – 66.
- Rocha A.L. (2007) *Diseño de una propuesta didáctica y su contribución a la enseñanza y aprendizaje del tema Equilibrio Químico, para alumnos que ingresan en la Universidad* (Tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela: Facultad de Ciencias de la Educación. Santiago de Compostela.
- Van Driel, J. y Gräber, W. (2002). *The teaching and learning of chemical equilibrium*. En Gilbert y otros (eds.) *Chemical education: Towards Research-based Practice*. (pp. 271-292) Kluwer Academic Publishers

Zornoza E. 2006. Aprendizaje con simuladores. *Aplicación a las Redes de Comunicaciones. Quaderns digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*, número 42. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1960039>