

## El equilibrio químico desde un ambiente de aprendizaje por investigación: una propuesta para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico

The chemical equilibrium from a learning environment by research: a proposal for the development skills of scientific thinking

O equilíbrio químico de um ambiente de aprendizagem pela pesquisa: uma proposta para o desenvolvimento de competências de pensamento científico

Ricardo Andrés Franco Moreno<sup>1</sup>  
Catherin Viviana González Acosta<sup>2</sup>

### Resumen

Partiendo de la premisa de que el equilibrio químico es un concepto estructurante de la base conceptual y metodológica de la química, en cuyo aprendizaje la investigación en didáctica de esta disciplina reporta múltiples dificultades, complejidades y falencias, las cuales han de entenderse como una oportunidad y un reto para mejorar la enseñanza de los conceptos científicos en la formación inicial del profesorado de ciencias, en este artículo se comunica una propuesta de investigación, con miras a promover el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en futuros Licenciados en Ciencias Naturales a través de la formulación, el desarrollo y la evaluación de un ambiente

<sup>1</sup> Profesor Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional. Magíster en Docencia de la Química. [rfranco@pedagogica.edu.co](mailto:rfranco@pedagogica.edu.co)

<sup>2</sup> Profesora de la Secretaría de Educación del Distrito – SED Bogotá y de la Universidad Cooperativa de Colombia. [ktringonzalez@gmail.com](mailto:ktringonzalez@gmail.com)

integral de aprendizaje del equilibrio químico por investigación orientada, vinculando líneas prioritarias de investigación en didáctica de las ciencias experimentales.

**Palabras Clave:** Equilibrio químico, habilidades, pensamiento científico, ambiente de aprendizaje, investigación.

#### **Abstract**

Starting from the premise that chemical equilibrium is a structuring concept of the conceptual and methodological basis of chemistry, in whose learning research in didactics of this discipline reports multiple difficulties, complexities and shortcomings, which must be understood as an opportunity and A challenge to improve the teaching of scientific concepts in the initial training of science teachers, in this article a research proposal is communicated, with a view to promoting the development of scientific thinking skills in future Natural Sciences graduates through the formulation, development and evaluation of an integral environment for learning the chemical equilibrium by oriented research, linking priority research lines in didactics of experimental sciences.

**Keywords:** Chemical balance, skills, scientific thinking, learning environment, research.

#### **Resumo**

Partindo da premissa de que o equilíbrio químico é um conceito estruturante da base conceitual e metodológica da química, em cuja aprendizagem a pesquisa em didática desta disciplina relata múltiplas dificuldades, complexidades e deficiências, que devem ser entendidas como uma oportunidade e Um desafio para melhorar o ensino de conceitos científicos na formação inicial de professores de ciências, neste artigo uma proposta de pesquisa é comunicada, com vista a promover o desenvolvimento de competências de pensamento científico em futuros licenciados em Ciências Naturais através do formulação, desenvolvimento e avaliação de um ambiente integral para a aprendizagem do equilíbrio químico por pesquisa orientada, vinculando linhas prioritárias de pesquisa em didática das ciências experimentais.

**Palavras-chave:** Equilíbrio químico, habilidades, pensamento científico, ambiente de aprendizagem, pesquisa.

## Introducción

La formación del profesorado de Ciencias Naturales en el país y en las regiones hoy, demanda la preparación de profesionales de la educación en ciencias capaces de generar nuevos conocimientos en el aula mediante la investigación y la innovación, procesos estos que son posibles en la medida en que los docentes, desde los niveles iniciales de la formación, construyan y desarrollen habilidades de pensamiento científico para poner en escena y apropiar socialmente los saberes científicos en general y el conocimiento químico en particular. En tal sentido, la presente propuesta se formula desde líneas prioritarias de la educación ciencias, como las controversias sociocientíficas, los trabajos prácticos de laboratorio y la resolución de problemas, propuesta que resulta relevante como condición de posibilidad para el desarrollo de la docencia, la investigación y la proyección social por parte del profesor universitario en ejercicio.

La formación inicial de profesores de ciencias hoy reviste buena parte de la atención de los sistemas educativos tanto en países de centro como de periferia, dada la relevancia que esta tiene en la actual sociedad del conocimiento (Kreimer, 2009; UNESCO, 2009). Dicha formación es sustentada a su vez por la Didáctica de las Ciencias como una disciplina autónoma (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2002), y es en la formación de profesores de ciencias en donde recae parte de la responsabilidad por la formación de las generaciones que han de conformar las nuevas comunidades académicas y científicas.

La comunidad de investigadores en formación de profesores de ciencias en general y de química en particular, reconoce hoy como problemático el hecho de que en la formación inicial del profesorado de química el currículo se encuentra organizado obedeciendo a factores de orden político, económico y cultural que al parecer han contribuido a dejar en un segundo plano el problema de los conceptos estructurantes o centrales en química (Raviolo, Garritz y Sosa, 2011), entre los que se destacan el cambio químico, la cuantificación de relaciones, la periodicidad de los elementos químicos, lo cual incide en sus concepciones sobre esta disciplina científica (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Franco, 2014).

Sobre la enseñanza del equilibrio químico, concepto en el cual se centra la presente propuesta de investigativa, pueden documentarse diversas investigaciones que dan cuenta de su importancia tanto en la estructura lógica de la química (Jensen, 1998), como en la comprensión de la diversidad de fenómenos asociados a las transformaciones de la materia a nivel macroscópico y submicroscópico. En particular, se destaca el hecho de que históricamente el equilibrio químico ha sido entendido desde tres modelos: el primero desde las fuerzas, el segundo centrado en las velocidades de reacción y el tercero de ellos a partir la energía (Raviolo, 2007). Diversas son las investigaciones en didáctica de la química que dan cuenta de las dificultades para el aprendizaje de los conceptos centrales asociados al equilibrio químico, las cuales se pueden ubicar en tres obstáculos centrales: de una parte, los estudiantes presentan conflictos con la idea de que hay reacciones químicas que no se completan frente al concepto de cambio químico como un proceso lineal; a su vez, la tendencia a creer que las moléculas de una misma especie química son idénticas o que presentan el mismo estado de movimiento, y por último, el supuesto de que dos reacciones inversas ocurren hasta finalizar su conversión o transformación completa. De igual forma, son factores que limitan la comprensión de este concepto, el hecho de que los estudiantes describen los fenómenos asociados apenas macroscópicamente pero no a nivel molecular, a lo cual se suman las ideas del equilibrio químico como estático o como pendular, entre otras concepciones alternativas (Raviolo, 2007).

## **REFERENTES TEÓRICOS**

### **De la formación inicial de profesores de Ciencias Naturales**

En la actual sociedad del conocimiento la formación de profesores de Ciencias Naturales representa una dimensión crucial en los sistemas educativos no solo de los llamados países de centro, sino también en los catalogados de periferia como Colombia (Kreimer, 2009), pues son los educadores en ciencias quienes de una parte, movilizan el conocimiento científico y tecnológico para una formación ciudadana en la cual ha de apropiarse socialmente dicho conocimiento, y por otra,

forman a las generaciones que han de relevar a las actuales comunidades científicas (Echeverría, 1995).

En lo tocante a la formación inicial de profesores de ciencias, en las últimas dos décadas, esta ha cobrado un carácter de suma importancia en los distintos escenarios sociales a nivel regional, nacional y global. Así, la Didáctica de las Ciencias como disciplina autónoma cuyo carácter de científicidad está determinado entre otros factores por el hecho de que existe una comunidad de especialistas que investiga y produce nuevo conocimiento pedagógico y didáctico en relación con problemas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, socializándolo en las revistas y en los eventos especializados (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2002), hoy constituye buena parte del sustento conceptual y metodológico de los programas de formación de licenciados en ciencias naturales (Franco, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2015, Carrascosa, 2014).

Los acuerdos actuales de la comunidad de didactas de las ciencias, dan razón de que los programas de formación de profesores de ciencias naturales están asistiendo a diversos problemas que se cruzan desde una perspectiva compleja con la realidad curricular. En este entendido, hoy los procesos de formación del profesorado de ciencias avocan problemas como las actitudes y la motivación de los escolares hacia el aprendizaje de las ciencias; la imagen y la versión de ciencia y de enseñanza de las ciencias de los profesores en formación inicial y en ejercicio; la transversalidad del currículo; la evaluación; la transmisión repetición acrítica de contenidos curriculares; la enseñanza descontextualizada; la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación – TIC, entre otros (UNESCO, 2009; Gallego Badillo y Gallego Torres, 2003, Afanador, 2014).

### **Del equilibrio químico como concepto estructurante de la química y sus implicaciones didácticas**

La preocupación de la comunidad de investigadores en la educación química por el problema de los conceptos que estructuran la base conceptual y metodológica de la química da cuenta de un amplio acervo investigativo. Vale la pena poner de



presente el trabajo de Raviolo, Garritz y Sosa (2011), quienes efectuaron una discusión conceptual, histórica y didáctica sobre los conceptos de sustancia y reacción química, desde las perspectivas macroscópica y nanoscópica, analizando como dichos conceptos participan en la estructura conceptual y metodológica de la química, trabajo que se fundamentó en la discusión de los resultados obtenidos en una revisión de las definiciones presentadas por profesores y por libros de texto, centrándose en los aportes históricos y conceptuales respectivos.

Frente a al equilibrio químico como concepto central de la química, habría que partir del siguiente planteamiento:

“Parece que no existe tópico en la química introductoria universitaria que presente más dificultades a los estudiantes que el del equilibrio químico. Después de tratar durante más de 30 años de dar respuestas claras a sus preguntas he llegado a lograr gran simpatía con ellos, dándome cuenta de que el tema es inherentemente uno difícil” (Hildebrand, 1946, p. 589).

### **De las controversias sociocientíficas**

El abordaje de controversias sociocientíficas ha venido configurándose como una línea de investigación estratégica (Díaz Moreno y Jiménez-Liso, 2012), en el marco de las denominadas interacciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente – CTSA, campo prioritario de investigación de la educación científica. Los estudiosos de estas dimensiones durante la última década han incrementado sus preocupaciones por establecer interacciones entre las mismas. Así, las elaboraciones en esta área han madurado un campo de conocimiento en la didáctica de las ciencias naturales en general y de la química en particular, propiciando una reflexión sistemática sobre los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias (Franco, 2010), la cual se traduce efectivamente en la inserción por parte de los escolares en la apropiación social del conocimiento científico, en tanto que este campo permite la vinculación de factores sociales, culturales, políticos y económicos a la educación científica (Solbes y Torres, 2015). Como enfoque, a este campo subyacen las ideas de formación ciudadana,

ciencia para todos, ciencia local, entre otras, y se centra en la alfabetización científica y tecnológica hacia el desarrollo de capacidades para la toma de decisiones (Carriazo, 2004; Membiela, 1995), en donde el problema se centra tanto en los modelos científicos y el andamiaje de la ciencia como en su naturaleza misma (Vásquez Alonso, Manassero Mas, Acevedo Díaz y Acevedo Romero, 2007. Niaz, 2016).

En lo particular de las “controversias sociocientíficas”, para J. Solbes (2013), estas pueden entenderse como elementos problémicos que se presentan o que han permanecido en un contexto determinado, y que son susceptibles de ser abordadas en el aula de clase, por su alto potencial para imbricar a su vez problemas de alto impacto nacional y global como el crecimiento demográfico, la destrucción indiscriminada de biodiversidad, el aumento de las emisiones atmosféricas y su correspondiente incidencia en el calentamiento global, la lluvia ácida, la descomposición del ozono, el agotamiento del agua potable y el deterioro de los suelos, entre otras situaciones de orden socioambiental, cuyo abordaje en la enseñanza de las ciencias naturales ha de potenciar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, crítico y reflexivo. En esta dirección, el abordaje sociocientífico propone que es necesario propiciar la idea de que en la educación científica sea cual sea el nivel de escolaridad, los estudiantes sean hombres y mujeres conscientes de que esa construcción social y comunitaria llamada ciencia les trae unas afectaciones y unas consecuencias inmediatas y lejanas en lo social, lo político, lo económico, lo cultural, lo afectivo, y cuantas dimensiones que desde la interacción del ser humano con la sociedad puedan establecerse (Kreimer, 2009).

### **De los trabajos prácticos de laboratorio – TPL, la resolución de problemas y los ambientes de aprendizaje**

Según lo plantea Caamaño (2005) diversos investigadores han dado cuenta de la diversidad de finalidades con que se utilizan los trabajos prácticos en las clases de ciencias y han propuesto algún tipo de esquema clasificatorio en relación a los diferentes objetivos que pretenden. En cuanto a las finalidades de los TPL, hay un



gran consenso sobre la importancia del trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias, lo que no significa que no haya habido y todavía haya un debate sobre cuáles deben ser los objetivos fundamentales de las actividades prácticas experimentales (Osorio et. Al 2015).

Con respecto a las funciones del trabajo práctico experimental en química, Caamaño (2005) propone que, sea cual sea el esquema de trabajos prácticos que se siga, se cree que el trabajo práctico experimental en las clases de química habría de permitir:

- Aportar evidencia experimental en el aprendizaje de los conceptos (función ilustrativa de los conceptos).
- Interpretar fenómenos y experiencias a partir de modelos conceptuales (función interpretativa de las experiencias).
- Aprender el uso del instrumental y de las técnicas básicas de laboratorio químico (función de aprendizaje de métodos y técnicas de laboratorio).
- Desarrollar métodos para resolver preguntas teóricas en relación a la construcción de los modelos (función investigativa relacionada con la resolución de problemas teóricos y construcción de modelos).
- Desarrollar y aplicar métodos para resolver cuestiones de tipo práctico contextualizadas en ámbitos de la química cotidiana y de la química aplicada (función investigativa relacionada con la resolución de problemas prácticos).

## **CONCLUSIONES**

Esta propuesta teórica presenta algunos de los principales referentes teóricos para estudiar el equilibrio químico desde la enseñanza de las ciencias y la necesidad de incorporar diferentes perspectivas en a la enseñanza de la química. Desde las concepciones alternativas y obstáculos para el aprendizaje de este concepto fundamental en química que como ya lo indicamos tienden a ser arraigados en procesos de enseñanza de corte tradicional centrados en libros de texto o en planeaciones de aula y en microcurrículos cuyo basamento conceptual y

metodológico también contribuye a generar comprensiones poco adecuadas (Quílez, 2006). Dichas problemáticas no son ajenas a la formación inicial de profesores de Ciencias Naturales, a lo cual se suma la necesidad de desarrollar habilidades de pensamiento científico a través de la enseñanza de conceptos científicos (Carrascosa, 2014).

## REFERENCIAS

Afanador-Castañeda, H. A. (2014). Actitudes hacia la ciencia y grado de motivación en estudiantes adultos de secundaria de educación distrital formal-Attitudes towards science and degree of motivation in adult students of high formal education district. *Revista Científica*, 1(18), 34-49. <https://doi.org/10.14483/23448350.5560>

Caamaño, A. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación Química*, 16(1), 10-19. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.1.66132>

Carrascosa-Alís, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos-Alternatives in scientific concepts ideas. *Revista Científica*, 1(18), 112-137. <https://doi.org/10.14483/23448350.5591>

Carriazo, J. (2004). La enseñanza de la Química: Una ciencia emergente. *Tecné, Episteme y Didaxis*. 15, 73-84.

Del Valle, M y Curotto, M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (8), 463-479.

Díaz Moreno, N y Jiménez-Liso, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre divulgación y enseñanza de las ciencias*, 9(1), 54-70. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2012.v9.i1.04](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i1.04)



- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Ediciones Akal.
- Franco, R. (2010). Competencias científicas y resolución de problemas en el IPN. *Boletín PPDQ*, 48. <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PPDQ>
- Franco, R. (2010). Las relaciones CTSA: Un campo de investigación. *TECKNE*, 7, 6-8.
- Franco, R.A, González, C & Ramírez, J. (2009). Semilleros de investigación vs comunidades científicas: ¿Moda o necesidad? *Teckne*, 6, 35-37.
- Franco-Moreno, R., Gallego-Badillo, R., & Pérez-Miranda, R. (2015). La Dimensión Investigativa En La Formación Inicial De Profesores De Química De La Universidad Pedagógica Nacional. *Revista científica*, 2(22), 129-136. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a10>
- Gallego Badillo, R y Gallego Torres, A. (2003). La formación inicial de profesores de ciencias un problema didáctico y curricular. *Tecné Episteme y Didaxis*. N° Extraordinario, I Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Franco Moreno, R. A. (2014). *Transformación de las concepciones en la formación inicial de profesores de química*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional – CIUP.
- Hildebrand, J. (1946). Catalyzing the approach to equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 23(12), 589-592. <https://doi.org/10.1021/ed023p589>
- Izquierdo, M & Adúriz-Bravo, A. (2002). Acerca de la Didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1(3), 130-140.
- Jensen, W. (1998). ¿Does Chemistry Have a Logical Structure? *Journal of Chemical Education*, 75(6), 679-687. <https://doi.org/10.1021/ed075p679>

- Kreimer, P. (2009). El científico también es un ser humano. Buenos Aires: Siglo Veintiuno editores.
- Membiela, P. (1995). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza – Aprendizaje de las ciencias experimentales. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 3, 7–11.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y naturales*. Ministerio de Educación Nacional: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)
- Niaz, M. (2016). History and philosophy of science as a guide to understanding nature of science. *Revista Científica*, 1(24), 7-16. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a1>
- Osorio-Vélez, B. E., Osorio-Velez, J. A., Mejía-Aristizabal, L. S., Campillo-Figueroa, G. E., & Covalada, R. (2015). El papel de la actividad experimental en la enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo en la educación superior. *Revista Científica*, 2(22), 85-96. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a7>
- Postic (1996). Observación y formación de los profesores. Madrid: Ediciones Morata.
- Quílez, J. (2006). Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores. *Enseñanza de las ciencias*. 24(2), 219–240.
- Raviolo, A. (2007). Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el equilibrio químico. *Enseñanza de las ciencias*. 25 (3), 415–422.
- Raviolo, A., Garritz, A., Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 8 (3), 240-254.

[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2011.v8.i3.02](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.i3.02)

Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I). *Revista Eureka sobre divulgación y enseñanza de las ciencias*, 10(1), 1-10.

[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2013.v10.i1.01](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i1.01)

Solbes-Matarredona, J., & Torres-Merchán, N. Y. (2015). Alternativas para reflexionar aspectos críticos de la ciencia en el aula. *Revista Científica*, 2(22), 31-44. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a3>

Torres Mesías, A., Mora Guerrero, E., Garzón Velásquez, F y Ceballos Botina, N. (2013). Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas. un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias. *Tendencias*, 187-215.

UNESCO. (2009). Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales. Segundo estudio regional comparativo y explicativo.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180275s.pdf>

Vásquez Alonso, A., Manassero Mas, M. A., Acevedo Díaz, J. A. y Acevedo Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 6 (2).