

# Estudio de las percepciones de equilibrio químico en estudiantes de Educación. Universidad Nacional de Educación de Ecuador



*Study of perceptions of chemical equilibrium in education students. National University of Education of Ecuador*

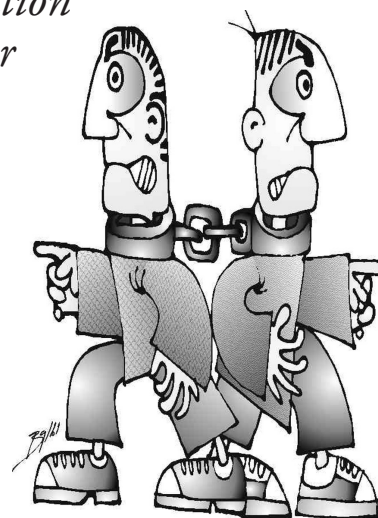
**Wilmer Orlando López González**

[wilmer.lopez@unae.edu.ec](mailto:wilmer.lopez@unae.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-6197-8665>

Teléfono: +59 3963646498

Carrera Ciencias Experimentales  
Universidad Nacional de Educación  
Azogues Provincia de Cañar  
Republica de Ecuador



Recepción/Received: 24/10/2022  
Arbitraje/Sent to peers: 25 /10/2022  
Aprobación/Approved: 05/11/2022  
Publicado/Published: 12/12/2022

## Resumen

Esta investigación, tuvo como objetivo general determinar las formas de pensar de los estudiantes de la Licenciatura en Educación en Ciencias Experimentales de la UNAE sobre el equilibrio químico, para lo cual se hizo un levantamiento de un perfil conceptual de esas formas de pensar de los estudiantes desde el primer semestre hasta el octavo semestre de la carrera. En este sentido se les aplicó un instrumento ya validado por López (2016), como resultados principales se centran en el hecho de que los estudiantes presentaron con mayor intensidad ideas en la zona Estequiométrica sobre todo en los semestres a la mitad de la carrera. También hubo presencia de las zonas: Igualdad, Compartimentada y Equilibrio químico con un porcentaje menor que la Estequiométrica y la zona con menor intensidad fue LeChatelier. Por lo tanto, el aprendizaje del equilibrio químico, se debe estar centrado en aspecto dinámicos y termodinámicos que permitan al aprendiz, formar ideas en zonas de mayor envergadura conceptual o científica que se acerquen a la esencia de dicho concepto.

**Palabras clave:** Equilibrio químico, aprendizaje, perfil conceptual.

## Abstract

The general objective of this research was to determine the ways of thinking of the students of the Bachelor's Degree in Experimental Science Education of the UNAE about chemical equilibrium, for which a conceptual profile of the ways of thinking of the students from the first semester to the eighth semester of the course was made. In this sense, an instrument already validated by López (2016) was applied to them, as main results focus on the fact that students presented with greater intensity ideas in the Stoichiometric zone especially in the semesters in the middle of the career. There was also presence of the zones: Equality, Compartmentalized and Chemical equilibrium with a lower percentage than Stoichiometric and the zone with the lowest intensity was Le Chatelier. Therefore, the learning of chemical equilibrium should be focused on dynamic and thermodynamic aspects that allow the learner to form ideas in areas of greater conceptual or scientific scope that approach the essence of the concept.

**Keywords:** Chemical equilibrium, learning, conceptual profile

Author's translation.

## Introducción

---

**E**n el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales se construye el conocimiento a partir de conceptos que son concebidos y usados con distintos significados, en contextos específicos para establecer comunicación científica o cotidiana de acuerdo a las necesidades educativas del aprendiz, es decir, son conceptos o términos polisémicos y donde las distintas nociones no necesariamente coinciden o se apegan a las definiciones científicas. Para esta investigación, admitiendo la variedad de nociones que pueda tener el estudiante de Educación en Ciencias Experimentales de acuerdo a su experiencia de vida cotidiana y de formación en el campo de saber científico, es importante señalar, que muchas de esas nociones son reforzadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, tal como sucede en el desarrollo del tema de equilibrio químico en los cursos de Química universitaria, que conforman la malla curricular de la carrera Ciencias Experimentales en la Universidad Nacional de Educación en el Ecuador.

Tal como lo señalan Mortimer (2005) y López (2017) estas nociones poseen un cierto estatus dentro de la estructura cognitiva o ecología conceptual de un determinado concepto, y el aprendizaje o el cambio conceptual que sucede en el aprendiz, está referido al cambio de estatus de alguna noción o idea previa en su proceso de formación conceptual durante la carrera universitaria. Es importante señalar, que la construcción y reconstrucción del concepto de equilibrios químico, ocurre desde las nociones más intuitivas hasta las más racionales o de mayor complejidad conceptual (Bachelard, 2009), pero que conviven todas en un todo, que sufre cambios a medida que las nuevas ideas se acomodan y se asimilan (Piaget, 1998).

En esta investigación tiene como objetivo general, determinar las formas de pensar que tienen los estudiantes de educación en Ciencias Experimentales sobre el equilibrio químico en la Universidad Nacional de Educación (UNAE), Ecuador. Para consecución de este objetivo, a continuación, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Explorar las distintas formas de pensar o conceptualizar que tienen los estudiantes de educación en Ciencias Experimentales sobre el equilibrio químico
- Determinar las categorías que emergen a partir de las distintas formas de pensar o conceptualizar que tienen los estudiantes de educación en Ciencias Experimentales, sobre el equilibrio químico
- Determinar los perfiles conceptuales del equilibrio químico, de los estudiantes universitarios en educación.

A continuación, se exponen algunos fundamentos teóricos relevantes que ayudan a comprender la naturaleza de las formas de pensar de los estudiantes sobre el tema de equilibrio químico en la carrera de licenciatura en Educación en Ciencias Experimentales.

### Aspectos contextuales en el aula de clase

---

Las relaciones comunicacionales que se dan en el proceso de enseñanza de un determinado tema de Química, están centradas en las acciones y procesos que impone la estructura curricular del modelo pedagógico institucional, tanto para el docente como para el estudiante, una dinámica en donde se emplean distintas estrategias y recursos para dar paso a la construcción del concepto de equilibrio químico. Partiendo los distintos cursos de Química universitaria previstos en el currículo de carrera, se considera que el concepto de equilibrio químico es construye gradualmente, a partir de estructuras y modelos conceptuales compartidas/os en dinámicas de clase en asignaturas tales como: Ciencias Naturales, Química en el Bachillerato, Química Orgánica, Química I y Química II, en donde las dos primeras asignaturas son desarrolladas en la UNAE y las tres últimas en universidades conformadoras del proyecto de carrera en Ciencias Experimentales.

Tomando en cuenta, que los conceptos dentro la ciencia Química guardan un alto grado de abstracción por la naturaleza de los fenómenos a explicar (nivel de representación micro de la materia), es que se debe emplear el modelaje adecuado y pertinente que permitan a los estudiantes la construcción significativa de los conceptos involucrados como para asumir el aprendizaje del concepto de equilibrio químico de manera efectiva y sólida. Sin embargo, teniendo en cuenta las experiencias de vida de cada estudiante y su preparación individual dentro de la ciencia Química, en los procesos de enseñanza y aprendizaje se asumen distintos modelos, que generan una cantidad significativa de formas de pensar sobre distintos conceptos de la ciencia Química y en especial sobre equilibrio químico, el cual es un concepto central para la explicación de distintos fenómenos en sistemas orgánicos e inorgánicos.

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de temas de Química desde la asignatura Ciencias Naturales hasta la Química II, los estudiantes desarrollan y consolidan distintas ideas por ejemplo sobre el átomo, las moléculas, los compuestos, ley de la conservación de masa, reacción química, estequiometría, solubilidad y el estado dinámico o estático de los sistemas físico químicos en equilibrio. Por lo tanto, se asumen ideas de naturaleza epistemológica y ontológica (Soto, 2002, p.73, Castorina y Zamudio 2019) que conviven en una estructura global cognitiva y que se modifica o se amolda de acuerdo a las construcciones sucesivas en procesos de asimilaciones, acomodaciones de principios conceptuales pertenecientes a la ciencia Química.

### Perspectiva conceptual del equilibrio químico

El equilibrio químico es una relación donde las concentraciones entre reactivos y productos es constante tal como lo señala Skcoog y West (2014).

Las reacciones de tipo:  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

representan reacciones reversibles (Chang y Goldsby, 2013) el tetróxido de dinitrógeno  $N_2O_4(g)$  y el dióxido de nitrógeno  $NO_2(g)$  reaccionan a las mismas velocidades de formación y de descomposición manteniendo la relación de concentración constante la cual se expresa mediante la constante de equilibrio K, (ecuación 1):

$$K = \frac{[NO_2]^2}{N_2O_2} \quad (1)$$

Es interesante la aclaratoria que hace el texto de Chang y Goldsby, (2013) en la página 627, en cuanto a que, según los valores de la constante, se puede hacer conclusiones sobre el desplazamiento del equilibrio, si la K es mayor que 1 significa que estará favoreciendo la formación de los productos y si es menor que 1, favorecerá el reactivo que en este caso es el  $N_2O_4(g)$ . También es importante señalar, que los sistemas en equilibrio involucran conceptos termodinámicos tales como la entalpía  $\Delta H$ , entropía  $\Delta S$  y la energía libre de Gibbs  $\Delta G$  (Brown y col, 2004), que guardan relación con la constante de equilibrio K, ya que, según las condiciones de temperatura y presión, cuando el  $\Delta G = 0$  el sistema está en equilibrio. Estos contenidos de aprendizaje se concretan en las asignaturas Química I y Química II donde forman ideas de mayor exigencia conceptual, a las cuales los estudiantes tienen que apelar para producir explicaciones a posibles situaciones de perturbaciones desplazamiento del sistema para recuperar la condición de equilibrio. En cuanto a los desplazamientos del sistema, en caso de que sufra algunas modificaciones, se explican a través de la relación entre las variables involucradas por el principio de LeChatelier (Quílez, 1995; 1997a, 1997b, 1998, Levine, 2004, y Olivares y col, 1992) mediante el cual la relación estequiométrica Q(productos/reactantes, en cualquier momento de la reacción) y la constante  $K_{eq}$ , se puede predecir hacia donde se desplazará el equilibrio. Tal como lo plantea Levine (2014),  $K_{eq}$  guarda relación con  $\Delta G$ , a través de la constante de equilibrio calculada en base a las presiones parciales de los gases involucrados  $K_p$ , tomando en cuenta para el cálculo las especies que son gaseosas y donde los sólidos no contribuyen o afectan el equilibrio químico ya que la concentración de un sólido o de un líquido puro coincide con su densidad a una determinada temperatura y cualquier modificación o perturbación a un sistema que esté en equilibrio introduciendo cantidades de sólido o líquido no afectará el estado de equilibrio del sistema (Skcoog y West, 2014).

Según lo expuesto, el equilibrio químico impone tanto para quien enseña como para quien aprende aspectos dinámicos, termodinámicos y de reversibilidad, es decir, reacciones donde el rompimiento y formación de especies químicas se dan a la misma velocidad en ambos sentidos de la reacción tomado en cuenta factores energéticos. Sin embargo, ideas tales como que una reacción siempre se completa (100% de rendimiento) o aquellas donde el profesor enseña desplazamientos en términos de derecha a izquierda o viceversa, pueden que tengan influencia en que el estudiante forme ideas de concebir a reactantes y productos en sistemas separados. También es importante señalar, que la enseñanza de este tema, debe centrar objetivos de aprendizaje de formar ideas en zonas propias del dinamismo y en factores de control de variables de presión, volumen y temperatura no sólo en equilibrios de especies gaseosas, sino también en equilibrio heterogéneos y fortalecer un alto nivel de abstracción para dar las explicaciones y argumentaciones a fenómenos en sistemas en equilibrio en general.

## La génesis de los conceptos y perfil de las ideas

En el aula de clases se generan y fomentan una serie de ideas correspondientes a distintos conceptos que son desarrollados en función de lograr objetivos curriculares estructurados para la formación en este caso de un docente que se prepara para enseñar ciencias en el bachillerato. Muchas de las ideas analizadas y discutidas en los cursos de Química universitaria, tiene su origen o su similitud en ideas que se encuentran en el desarrollo histórico de los conceptos y en el estudio de las preconcepciones o ideas previas del concepto del equilibrio químico (Alemañ, 2012, Raviolo, 2007). Este cúmulo de ideas que tiene los estudiantes sobre el equilibrio, es el producto de experiencias de vida y de formación curricular especializada y donde cada una de ellas, guardan un significado que es usado de acuerdo al contexto comunicacional y semántico conceptual al que tenga que acceder el aprendiz.

Partiendo de la polisemia con que se usan muchos términos y conceptos, ese ha encontrado que el equilibrio químico es asociado a ideas relacionadas con la balanza arquimediana (Raviolo, 2006), con concebir una igualdad de fuerzas para justificar concepciones estáticas del equilibrio ligadas al equilibrio mecánico. Otras ideas argumentadas en las clases del tema *equilibrio químico*, es aquella en hasta que no se completa la reacción directa no comienza la reacción inversa. La enseñanza y aprendizaje de la estequiometría de una reacción química, ha influido en ideas estáticas del equilibrio y también en ideas separadas entre reactivos y productos y no reconocen que es un sistema de choques y de rompimiento y formación de enlaces en un sistema cerrado y que la ecuación química es solo un modelo que representa lo que sucede con los átomos, moléculas e iones a nivel de representación micro.

Tonado en cuenta la gran variedad de ideas que derivan en el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto en discusión, Mortimer (2012) plantea lo que se denomina perfil conceptual a partir de las ideas de Bachelard (2009) sobre perfil epistemológico, que consiste en que las ideas sobre un concepto se pueden categorizar por zonas desde las más intuitivas hasta las más racionales y que dichas zonas o categorías se definen tomando en cuenta los dominios genéticos de Vygotski (Vigotski, 1979 y Wertsch, 1988): el socio-histórico que son las ideas que se conciben durante la evolución histórica de un concepto, el ontogenético que se refiere al estudio de las preconcepciones reportadas en la bibliografía como resultado de las relaciones conceptuales intersubjetivas e individuales y el microgenético (Wertsch, 1988) que se refiere al desarrollo de las funciones mentales superiores a corto plazo y cuya información de obtiene mediante la aplicación de instrumentos de recolección de información tales como entrevistas y cuestionarios.

## Materiales y métodos

Esta investigación es de tipo transversal y mixta ya que partir de las respuestas abiertas obtenidas se procedió a clasificar cada respuesta dentro de categorías previamente definidas por López (2016) para determinar las

ideas y concepciones sobre equilibrio químico del grupo participante y presentar en forma cuantitativa en gráficos, la frecuencia con que se presenta una determinada forma de pensar en estos participantes

Los participantes de esta investigación, fueron estudiantes de la licenciatura en Educación en Ciencias Experimentales de la Universidad Nacional de Educación (UNAE), los cuales se les envió un instrumento Google form validado por López (2016), a través de canales digitales de comunicación, obteniendo las respuestas en el primer trimestre del 2022, con la finalidad de recolectar todas aquellas ideas que tienen los estudiantes de esta carrera sobre el concepto de equilibrio químico, el cual es un concepto clave en la formación del docente que va a enseñar contenidos o unidades temáticas en la Química del bachillerato del Ecuador. Se obtuvieron 140 respuestas de estudiantes distribuidas entre los semestres primero al octavo en una carrera de nueve semestres. Los participantes respondieron de manera voluntaria a dicho cuestionario.

## **Análisis y discusión**

---

A continuación, se presentan las ideas o formas de pensar del equilibrio químico de los estudiantes participantes, clasificadas en zonas bajo la noción de perfil conceptual (Mortimer, 2012). Es de aclarar, que la noción de perfil conceptual permite visualizar las ideas o formas de pensar en este caso del *equilibrio químico*, en donde cada una puede estar en una categoría o en varias categorías lo que hace que la idea tenga un determinado estatus predominante o no en estructura global cognitiva del equilibrio químico, por lo tanto, la extensión de cada zona dependerá de la significación de cada idea.

### **Zona igualdad**

---

Esta zona se caracteriza por concebir al equilibrio químico como una igualdad de masa entre reactivos y reactivos. Se relaciona con las ideas de palanca arquimediana en el sentido de ver un punto de simetría entre los dos lados para equilibrar los pesos entre los lados de la balanza (Raviolo 2007). Algunas ideas que se encuentran en esta zona o categoría se encuentran las siguientes:

- “Una igualdad entre dos partes”
- “porque ambas sustancias son completamente iguales en sus elementos individuales”
- “Una igualdad por parte de varios lados, ninguno mas que otro sino por igual”
- “Equilibrio: es una forma neutra donde se mantiene una igualdad de las dos partes”
- “Es la misma cantidad que se encuentra en ambos lados”
- “Para mi equilibrio es una igualdad de masas”

Expresiones que incluyen términos tales como “las dos partes”, “ambos lados” pueden estar reforzando ideas de concebir el equilibrio como que las moléculas o átomos están separados los reactivos y los productos y no en un solo sistema cerrado.

### **Zona estática**

---

Esta zona se caracteriza por aquellas ideas donde el estudiante concibe al equilibrio químico como un sistema donde no ocurre aparentemente cambios en la estructura de las moléculas, es decir, una aparente estabilidad ligada a ideas de la palanca arquimediana perteneciente al desarrollo histórico del concepto (Alemañ, 2012; Ravolo 2007). Entre las respuestas que se pueden clasificar en esta zona se encuentran las siguientes:

- “Es el estado en el que un cuerpo permanece inmóvil, a pesar de la existencia de dos fuerzas externas”
- “Estabilidad”
- “un punto de donde no se inclina la balanza por decirlo así estando todo igual para todas las partes”

- “dos cuerpos opuestos que tengan el mismo peso o masa y produce que se anule”
- “Equilibrio es una forma de hallar estabilidad sobre algo o alguien, conjugando todas sus características. Por sus elementos muestran estabilidad tanto física como química”
- “mantenerse en una posición igual o mantenerse recto”

Como se puede notar en estas afirmaciones se ve al equilibrio químico en una concepción estática y no dinámica tal como está definido.

## Zona compartimentada

En esta zona se encuentran las formas de pensar de concebir a reactivos y productos como en dos sistemas separados. Estas ideas pudieran ser el resultado infundado desde la enseñanza de temas la estequiometría cuando el profesor modela la ecuación química con señalamientos izquierda (reactivos) y derecha (productos) (López 2016). Entre las ideas compartimentadas encontradas están las siguientes:

- “Si, porque presenta la misma concentración de elementos en ambos lados de la balanza”
- “Es la misma cantidad que se encuentra en ambos lados”
- “En que ambas balanzas o 2 grupos sean iguales. Que tenga la misma cantidad en ambos miembros”
- “Que tengan el mismo número de moléculas en cada elemento tanto en una parte de la ecuación como en la otra “
- “Si, ya que al realizar la operación da lo mismos resultados en ambos lados”
- “si ya que los valores de un lado son los mismos que el otro solo que se representan de distinta manera”

Tal como se notar, algunas de estas expresiones pueden pertenecer a la zona de igualdad ya que se acentúa “misma concentración”, “misma cantidad”, “mismo número de moléculas.

## Zona Estequiométrica

Las ideas ligadas a la estequiometría son generadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje desde los cálculos de las masas moleculares y balanceos de ecuaciones por tanteo y otros tipos de balanceos (López 2016). El énfasis que generan estas ideas se basa en planteamientos curriculares alejados de concepciones dinámicas del equilibrio que estimulen elevar el nivel de conciencia en el aprendiz sobre el aspecto estequiométrico y dinámico. A continuación, se brindan algunos ejemplos que se pueden identificar como pertenecientes a esta zona:

- “Si, porque tenemos tanto en lado izquierdo como en el derecho izquierdo el mismo número de elementos  $N=2$ .  $H=6$ ”
- “Ya que tenemos la primera reacción química tenemos que igualar en la siguiente reacción que se encuentra a lado derecho”
- “Si, por que cada uno de sus elementos (átomos) se encuentran en el lado de reactivos y productos”
- “Si lo es ya que hay un equilibrio en la reacción de elementos reactivos y productos”
- “Balancear una sustancia”
- “Es un estado de estabilidad o balanceo”

Estas expresiones, también contienen significaciones dentro de las zonas compartimentadas y también de la zona igualdad, es decir cada zona contiene el significado de cada expresión y le brinda cierto estatus a una determinada forma de pensar.

## Zona Equilibrio químico

Esta zona contiene ideas que parten de la propuesta del concepto de Bertollet de afinidad (Alemañ, 2012) y en procesos análogos entre el balance de fuerzas y aspectos mecánicos del equilibrio (Rocha, 2000). Ya en esta zona, se fundamentan ideas de reversibilidad y de que las reacciones inversas suceden a la misma velocidad de manera simultánea. Estas ideas surgen en el desarrollo histórico del concepto *equilibrio químico* a partir de los planteamientos dinámicos del equilibrio de Guldberg y Waage (López, 2016). Entre las ideas que tienen significación en esta zona se encuentran las siguientes:

- “Es cuando un cuerpo es sometido a dos o más fuerzas de la misma intensidad que actúan en sentido opuesto”
- “Es una reacción reversible cuando se observa cantidades relativas”
- “Equilibrio es cuando existe una reacción directa e inversa en proporciones iguales”
- “Cuando existen dos reacciones opuestas que tienen lugar simultáneamente a la misma velocidad”
- “Es una reacción que nunca llega a completarse, pues se produce simultáneamente en ambos sentidos”
- “Tanto las reacciones directas e indirectas son iguales hablando en términos de velocidad, y la proporción de concentración”

En estas ideas se puede evidenciar nociones de reversibilidad, velocidad directa e inversa que son características que definen el equilibrio químico y que relaciona otros conceptos tales como velocidad de reacción, energía libre y aspectos fisicoquímicos mediante los cuales se estudian sistemas homogéneos y heterogéneos en equilibrio químico.

## Zona Le Chatelier

Esta zona se caracteriza por concepciones o ideas para explicar hacia donde se desplaza un sistema en equilibrio químico cuando se le provoca una perturbación o modificación estando ya en equilibrio. Levaïne (2014) explica los tipos de modificaciones y como reacciona un sistema para poder lograr de nuevo el estado de equilibrio. Se considera que esta zona es la de mayor exigencia conceptual y que precisamente el perfil del equilibrio químico se presenta desde las ideas más intuitivas hasta las más racionales (Mortimer, 2012; Bachelard, 2009). Entre las ideas en esta zona se encontraron las siguientes:

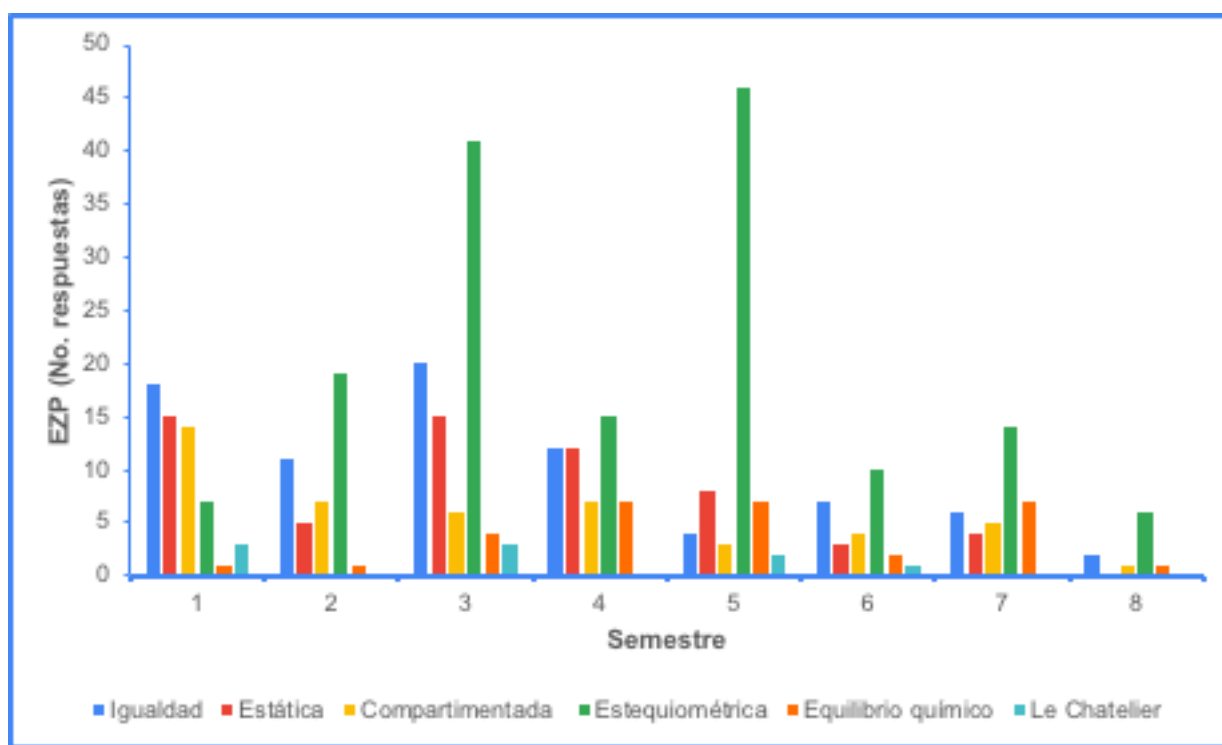
- “Tendríamos que aumentar el número de moléculas en el lado contrario para que haya un equilibrio”
- “El equilibrio se tendría que desplazar hacia los reactantes”
- “Si porque la reacción tiende a desplazarse hacia la izquierda para equilibrar el producto”
- “Pues si se aumenta el  $\text{NH}_3$  el equilibrio se desplaza hacia la izquierda para favorecer al producto por lo cual en cierto tiempo se va alcanzar un nuevo punto de equilibrio”
- “Alcanza de nuevo el equilibrio si la presión varía, o el volumen y la temperatura”
- “Si se presenta una perturbación externa sobre un sistema en equilibrio, el sistema se ajustará de tal manera que se cancele parcialmente dicha perturbación en la medida que el sistema alcanza una nueva posición de equilibrio”

Una vez descritas y analizadas las ideas o formas de pensar sobre equilibrio bajo la noción de perfil conceptual de los estudiantes participantes, a continuación, se presentan sus perfiles a través de los distintos semestres y poder visualizar el estatus de cada zona y su variabilidad y poder corroborar cuales ideas se presentan con mayor intensidad en los distintos semestres.

## Perfiles conceptuales sobre las formas de pensar el *equilibrio químico*

El proceso de enseñanza aprendizaje de la ciencia Química tiene sus implicaciones a partir de la puesta en práctica de un modelo de explicación a través del modelaje para provocar o allanar el camino para la construcción del conocimiento en esta ciencia que guarda un alto nivel de abstracción debido a que estos modelos explican fenómenos pertenecientes al nivel de representación micro de la materia.

Para el vencimiento gradual de las dificultades conceptuales en la Química y lograr la construcción del concepto de *equilibrio químico*, es necesario tomar en cuenta todas aquellas formas de pensar que existen en la estructura cognitiva de los aprendices, ya que cada una puede actuar como obstáculo epistemológico para construir zonas de mayor envergadura o exigencia conceptual, de acuerdo al estatus que tiene cada idea. Se puede observar en la **Fig. 1**, la presencia de varias formas de pensar del equilibrio químico que guardan una significación dentro algunas categorías que se definieron a tomando en cuenta los dominios genéticos de Vigotski, es decir, el desarrollo histórico del concepto (dominio socio-cultural), la preconcepciones estudiadas y reportadas en la bibliografía sobre el concepto (dominio ontogenético), y el capture de ideas en un instrumento denominado cuestionario (dominio microgenético).



**Fig. 1.** Perfil conceptual de las formas de pensar el equilibrio químico por semestre

Fuente: López (2022)

En esta figura, se puede apreciar en todos los semestres la presencia de la categoría igualdad, lo que significa que ideas asociadas a la balanza arquimediana y otras vinculadas al equilibrio mecánico persisten a lo largo de la carrera, sin embargo los primeros cuatros semestres se nota que el estatus de estas ideas es fuerte, pero disminuye en los semestres del quinto al octavo, y aceptando que estas ideas de igualdad tienen características más intuitivas que racionales, y muchas se alejan de la idea científica del equilibrio químico, se pueden convertir en obstáculos epistemológicos en la construcción del concepto. La disminución de esta categoría en los últimos semestres puede deberse a la formación especializada desarrollada en las asignaturas de Química I y Química II en las universidades conformadoras del proyecto de carrera en Ciencias Experimentales lo que puede significar que ocurrió un cambio conceptual o mejor dicho aprendizaje y cambio de estatus de las ideas. También existe la posibilidad que ideas construidas desde otras ciencias en cursos especializados desde



la Física y la Biología en los últimos semestres, puedan entrar en competencia en la estructura cognitiva del estudiante y este factor explicaría la disminución de la extensión de esta categoría.

En cuanto a la categoría estática, se puede apreciar que disminuye su intensidad a medida que se avanza hacia la formación conceptual de ideas dinámicas del equilibrio químico que son más cercanas a concepciones científicas de este concepto. Partiendo de la estructura conceptual que relaciona al equilibrio químico con temas como velocidad de reacción, entalpía y entropía, ideas desarrolladas en actividades de enseñanza y aprendizaje en los cursos de Química en los semestres intermedios de la carrera, pueden influir en formar ideas más dinámicas del equilibrio químico para lo cual el estudiante debe formar conceptos desde la fisicoquímica relacionando a la constante de equilibrio  $K_{eq}$  (Brown y col. 2004; Chang y Goldsby, 2013), con la energía libre de Gibbs y la espontaneidad de una reacción en equilibrios homogéneos o heterogéneos.

Es importante señalar, que la formación de conceptos dentro de la ciencia Química también implica el uso de ecuaciones matemáticas que incluyen el cálculo integral y diferencial respondiendo a la necesidad de explicar fenómenos del mundo micro, tomando en cuenta, por ejemplo, las diferencias entre los gases ideales y los gases reales y los parámetros que rigen las ecuaciones correspondientes. Por lo tanto, la formación del concepto de equilibrio químico exige al estudiante, un cierto nivel de dominio de las ecuaciones matemáticas, ideas últimas que se pueden construir en los cursos de matemática avanzada.

La zona compartimentada, se presenta con una intensidad no tan fuerte y de manera general se mantiene así durante toda la carrera, y se puede afirmar que los estudiantes mantienen durante sus estudios de la licenciatura, ideas separadas de las especies que forman un sistema en equilibrio, y que pueden deberse a planteamiento didácticos desde el discurso del docente cuando señala a la izquierda los reactivos y a la derecha los productos e incluso también al uso de analogías (Raviolo y Garritz, 2007) que refuerzan este tipo de ideas. También a ideas pendulares de equilibrio químico, que hasta que no acaba la reacción directa no comienza la reacción inversa (Rocha, 2000).

La zona *Estequiométrica*, es la que se presenta con mayor intensidad sobre todo en los semestres intermedios ya que en los cursos de Química de estos semestres, se hace énfasis en cálculos estequiométricos que incluyen la relación desde la constante de Avogadro, balance de ecuaciones químicas, porcentaje de rendimiento en una reacción y cálculos del reactivo limitante y en exceso. Es muy posible que, en el desarrollo de ideas de discusión en la enseñanza y aprendizaje de este tema, también se incentive la construcción de ideas estáticas y compartimentadas del equilibrio químico.

En la zona de *Equilibrio químico*, se encuentran ideas o concepciones dinámicas, es decir, igualdad entre la velocidad de formación de reactivos y productos en una reacción química y relacionada con la noción de reversibilidad. Se puede notar en la figura 1, que en los primeros semestres hay pocas ideas en esta zona, logrando su máxima intensidad en los semestres cuatro y cinco disminuyendo hacia los semestres finales de la carrera. Al parecer los cursos de Química en estos semestres tienen gran influencia en la formación de ideas cercanas a la definición científica del concepto. Sin embargo, ideas de la zona *Estequiométrica*, están presentes más fuertemente y le quitan estatus a las ideas científicas que definen el equilibrio químico.

La zona LeChatelier, es la zona más racional del equilibrio, ya que produce explicaciones de cómo un sistema restaura la condición de equilibrio. Se puede notar en la figura 1, que esa zona es la que menos está presente en la estructura cognitiva polisémica del equilibrio químico y eso puede explicarse que son ideas que implican el control de variables como presión, volumen y temperatura y que no alcanzan gran desarrollo en las asignaturas de química cursadas.

## Conclusión

Se logró determinar en los estudiantes de educación de la carrera Ciencias Experimentales las distintas maneras de pensar que tienen sobre el equilibrio químico, y se demostró que se trata de un término polisémico al presentar ideas en distintas zonas en un perfil conceptual desde las ideas más intuitivas hasta las más científicas o racionales.

Con el surgimiento de una variedad de ideas, se logró determinar las categorías que emergieron de acuerdo a la significación que tenían las expresiones, presentando un perfil de ideas por cada semestre, desde las que concuerdan con orígenes en la historia del concepto tales como las zonas de *Igualdad y Estática*, e ideas infundidas desde planteamientos didácticos tales como la zona Compartimentada, Estequiométrica, Equilibrio químico y LeChatelier.

Desde el perfil conceptual de ideas sobre el equilibrio químico, se pudo notar que algunas zonas estaban con estatus muy fuertes y otras casi no aparecían tales como la Esquiométrica, Equilibrio químico y LeChatelier, de lo que se puede concluir de manera general que se debe reforzar el aprendizaje de ideas en zonas científicas del concepto en los estudiantes de la licenciatura en educación de Ciencias Experimentales.

En forma general, se puede considerar que el aprendizaje del concepto de equilibrio químico, debe fomentarse en función de la construcción de ideas en las zonas Equilibrio químico y LeChatelier que son las que representan las nociones más científicas de dicho concepto. ©

---

**Wilmer Orlando López González.** Licenciado en Educación, mención: Química (1992-ULA). Magister en Química Aplicada mención Espectroscopia Aplicada (1998-ULA). Doctor en Educación (2017-ULA). Publicaciones en Revistas: EDUCERE, la revista venezolana de educación, ULA. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. VIII Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica De Las Ciencias (ISSN 0212-4521), Orbis. <http://www.revistaorbis.org.ve> 10 (4); 49-80 [R: 2008-02 / A: 2008-03]. Enseñanza de las Ciencias Número extra IX Congreso Internacional Sobre Investigación En la Didáctica de las Ciencias (ISSN 0212-4521).3696-3700. Proyectos Aprobados por el Consejo de desarrollo científico y Tecnológico (CDCHT). ULA. Actualmente se desempeña como profesor contratado en la Universidad Nacional de Educación, UNAE, Ecuador en la carrera de Educación Ciencias Experimentales, ubicada en la Parroquia Javier Loyola (Chuquipata), Azogues, Cañar, Ecuador. Sitio web: <https://unae.edu.ec/>

---

## Referencias bibliográficas

- Alemañ, Rafael Andrés. (2012). El concepto de equilibrio Químico. Historia y controversia. *An. Quím.* 108(1), 49-56
- Bachelard Gastón. (2009). *La filosofía del no. Ensayo de una filosofía del nuevo espíritu científico.* 2ª ed. Amorrortu/editores
- Brown Theodore, Lemay Eugene, Bursten Bruce y Burdge Julia. (2004). *Química. La ciencia central.* 9a ed. PEARSON EDUCACIÓN.
- Castorina, José Antonio y Zamudio, Alicia Mabel (2019). Supuestos ontológicos y epistemológicos en las investigaciones del cambio conceptual. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 3(2), 50-69.
- Chang, Raymond y Goldsby Kenneth. (2013). *Química.* 11a ed. McGraw-Hill
- Olivares, Wilmer.; Almeida, Rafael; Scharifker, Benjamin; Agrifolio, Guisepp; Iacocca, Diodoro; De la Cruz, Carlos; Bifano, Claudio; Cortés, Luis; Krestonosich, Stefan. y Mostue, Maj Britt. (1992). *Energía Entropía y Dinámica Química.* Monografías de Química. Caracas: Editorial Miró C.A.
- Piaget Jean. (1998). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo.* 5a ed. Siglo XXI de España editores S.A.
- Quílez, Juan. (1995). Una formulación para un principio: Análisis histórico del principio de Le Chatelier. *Revista Mexicana de Física*, 41, 586-598

- Quílez, Juan. (1997a). El principio de Le Chatelier como regla cualitativa: un obstáculo epistemológico en el aprendizaje del equilibrio químico. *Infancia y Aprendizaje*, 78, 73-86
- Quílez, Juan. (1997b). Superación de errores conceptuales del equilibrio químico mediante una metodología basada en el empleo exclusivo de la constante de equilibrio. *Educación Química*, 8(1), 46-54
- Levine, Ira. (2004). *Fisicoquímica*. 5a ed., vol. 1. McGraw-Hill/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
- Levine, Ira. (2014). *Principios de Fisicoquímica*. 6a ed. INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.U.
- López González Wilmer Orlando. (2016). *El perfil conceptual de equilibrio químico y su relación con el aprendizaje en estudiantes y graduados de educación en ciencias físico naturales*. Tesis Doctoral. Universidad de Los Andes.
- Olivares, Wilmer.; Almeida, Rafael.; Scharifker, Benjamín.; Agrifolio, Guisepe; Iacocca, Diodoro; De la Cruz, Carlos; Bifano, Claudio. (1992). *Monografías de Química*. Editorial Miró C.A.
- Quílez, Juan. (1998). Persistencia de errores conceptuales relacionados con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. *Educación Química*, 9(6),367-377
- Raviolo Andrés. (2007). Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 415-422
- Raviolo Andrés y Garritz Andoni. (2007). Analogías en la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química*, 18(1), 16-29
- Rocha, Adriana, Rodeja, Eugenio y Domínguez, José. (2000). Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico. *ADAXE- Experiencias Educativas*, 16, 163-178
- Vygotski, Lev. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Editorial Crítica S.A.
- Wertsch, James. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Paidós