

El perfil conceptual del equilibrio químico de estudiantes universitarios de Educación

Conceptual profile of chemical equilibrium in university students of Education

Wilmer Orlando López González

lwilmer@yahoo.com

Universidad de Los Andes

Facultad de Humanidades y Educación

Escuela de Educación

Mérida, edo. Mérida. Venezuela

Artículo recibido: 11/01/2017

Aceptado para publicación: 18/01/2017

Investigación
arbitrada



Balbi Cañas

Resumen

Este trabajo busca identificar las categorías que forman el perfil conceptual del equilibrio químico para posteriormente presentar dicho perfil a estudiantes universitarios de Educación de Ciencias Físico Naturales. En la metodología se utilizó un cuestionario para la recolección de la información y se realizó el análisis de las categorías que emergieron; se obtuvo como resultado que los participantes conceptualizan de maneras distintas el equilibrio químico, con mayor presencia en las zonas: “Igualdad”, “compartimentada” y “estequiométrica”; y con menos intensidad en las zonas “equilibrio químico” y *Le Chatelier*. La relación del perfil con el proceso de enseñanza y aprendizaje, es a través del replanteamiento de diversas estrategias que ayuden a formar las zonas científicas del perfil del equilibrio químico.

Palabras clave: equilibrio químico, estrategia enseñanza aprendizaje, perfil educador.

Abstract

This research seeks to identify the categories that make up the conceptual profile of the chemical equilibrium to later present it to university students of Natural and Physical Science Education. The methodology used was a questionnaire to collect data and the analysis was made based on the categories emerged. As a result, the participants conceptualize chemical equilibrium in different ways, developing a greater presence in the areas: “equality”, “compartmentalization” and “stoichiometry”; and less presence in the areas “chemical equilibrium” and “Le Chatelier”. The relationship with the profile and the teaching and learning process is made through a reconsideration of several strategies that help to form the scientific areas of the chemical equilibrium profile.

Keywords: chemical equilibrium, teaching and learning strategies, teacher profile.

Introducción

El cambio conceptual ha sido uno de los temas por el cual un gran número de investigaciones se han orientado hacia dilucidar cuestiones como: ¿En qué condiciones se da dicho cambio?, ¿Cuán fuerte es dicho cambio? y ¿Cómo se da dicho cambio?

Al admitir la complejidad del cambio conceptual (Pozo, 2007; Schotz, Vosniadou y Carretero, 2006; Marín, 1999) específicamente en situaciones de enseñanza y aprendizaje en el campo de las ciencias exactas, se puede señalar que uno de los elementos en que se basa dicha complejidad es la multiplicidad y la heterogeneidad de significados que tiene el individuo sobre una palabra o concepto, debido a que no existe una única forma de pensar, sino diferentes tipos de pensamiento (Tulviste, 1991). Para representar esta heterogeneidad de formas de pensar y hablar, se ha propuesto el perfil conceptual (Dos Santos y Doménech, 2005; Mortimer, 1992, 1994, 1995, 1997, 2000, 2001, 2005; Ribeiro y Mortimer, 2004; Viggiano y Rodríguez de Mattos, 2008) como modelo para representar las distintas maneras de concebir el mundo.

El perfil conceptual permite de alguna manera, ubicar los distintos significados que coexisten en el estudiante, en distintas zonas que lo conforman, tales como: perceptiva/intuitiva, empirista y racionalista; cada una de estas zonas tienen un carácter explicativo mayor que su predecesora (Mortimer, 2001, 2005). Esto permitiría detectar lagunas, perturbaciones, obstáculos epistemológicos y ontológicos que pueden intervenir en la construcción de algunos conceptos, como por ejemplo el equilibrio químico, en el caso de la química. A través de la construcción de las distintas zonas del perfil se puede analizar la evolución conceptual del estudiante, pues cada zona, desde la intuitiva hasta las más racionalistas, como se las ha identificado (Mortimer, 2001, 2005), están constituidas por elementos y categorías conceptuales más profundas que permiten entrar en el mundo de la reflexión y construcción de significados.

En esta investigación se pretende identificar las categorías y las zonas del perfil conceptual en un grupo de estudiantes universitarios de la licenciatura en Educación en la mención Ciencias Físico Naturales, para la formación del concepto de equilibrio químico. Este concepto fundamental está dentro de la enseñanza y aprendizaje de la química y a la vez es uno de los aspectos centrales en la formación del futuro profesional de la docencia, ya que muchas de las reacciones con que se manifiestan ciertos fenómenos en la naturaleza, se explican a través del mismo. Por lo tanto, se plantea analizar la heterogeneidad de significados que tienen los estudiantes sobre el equilibrio químico, a través del modelo del perfil conceptual.

Se pretende documentar y registrar los distintos significados y opiniones sobre equilibrio químico que tienen los participantes de esta investigación para poder construir las zonas del perfil, a través del diseño de una estrategia que considere la intervención activa del estudiante y la técnica del cuestionario, entrevistas, grabaciones de clases, la historia del desarrollo del concepto y las ideas alternativas de los estudiantes sobre el tema.

1. Objetivos de la investigación

- 1.1. Identificar las categorías que conforman el perfil conceptual del equilibrio químico y su relación con el aprendizaje en estudiantes de Educación en Ciencias Físico Naturales.
- 1.1. Presentar el perfil conceptual del equilibrio químico del grupo de participantes y la influencia de este, en la formación conceptual de la química en el desarrollo de los estudios universitarios de la Licenciatura en Educación en Ciencias Físico Naturales.

2. Metodología de la investigación

2.1. Población y muestra o participantes

Los informantes fueron seleccionados de manera intencional de acuerdo a la naturaleza de la investigación y los objetivos propuestos en la misma. Dicha selección se llevó a cabo a partir de una población conformada por todos los estudiantes de la carrera de licenciatura en Educación mención Ciencias Físico-Naturales. De esta población se escogió un grupo de estudiantes de dicha mención del primer y segundo semestre. Estos estudiantes fueron contactados directamente en horas de actividades de clases en distintos cursos de los semestres B-2015 y A-2016, con la autorización respectiva del profesor de cada curso, y el acuerdo voluntario con los estudiantes que decidieron responder el instrumento.

A pesar que la noción de perfil conceptual fue definida en forma individual, lo que podría invalidar el intento de atribuir un perfil a un grupo, esa estrategia posibilita la identificación de las tendencias en la evolución de los perfiles conceptuales. Ese es el motivo que investigadores como Coutinho, El-Hani, y Mortimer, (2007) defienden la utilidad de ese tipo de análisis, extendiendo los procedimientos metodológicos disponibles para el trabajo sobre perfiles conceptuales.

3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información

En trabajos anteriores sobre perfil conceptual, han usado pre-test (Mortimer, 1994; 2000), cuestionarios (Gobara y Grea, 1997; Chauvet, 1994 y Coutinho,; El-Hani y Mortimer, 2007) y textos producidos por los alumnos (Solsona, Izquierdo y De Jong, 2002) como instrumentos para validar la ocurrencia de las zonas del perfil.

En este trabajo se utilizó un cuestionario (Anexo), diseñado para evaluar las distintas formas de conceptualizar el equilibrio químico por parte de los grupos participantes de estudiantes de la licenciatura en Educación. Es importante señalar, que las concepciones e ideas recolectadas con la aplicación de técnicas e instrumentos como cuestionarios y entrevistas revelan, muchas veces, datos relacionados con la génesis de un concepto en un corto período de tiempo, permitiendo un estudio longitudinal de corto plazo, característico del dominio microgenético de Vigotsky (Wertsch, 1988, p.71; Wertsch y Stone, 1985; Bermejo, 2005). De esta forma, es posible detectar la existencia probable de la influencia mutua de cada una de las fuentes utilizadas, lo que es coherente con la idea de trabajar con los diferentes dominios genéticos propuestos por Vygosky (Ribeiro y Mortimer, 2004), es decir, para comprender de la mejor manera la génesis de las ideas o de los conceptos, las zonas del perfil son definidas en un juego dialógico entre los tres dominios de Vygosky: el sociocultural, representado por la historia de la ciencia; el ontogenético, representado por los estudios sobre concepciones alternativas que exploran los contenidos de las ideas informales de los estudiantes acerca de diferentes conceptos científicos importantes, y el microgenético, representado por los datos obtenidos a través de la aplicación de instrumentos como por ejemplo cuestionarios y entrevistas.

Por ello, el cuestionario que se aplicó en esta investigación, fue evaluado en discusión directa por expertos investigadores en perfil conceptual, entre los que se encuentran los profesores Eduardo Fleury Mortimer y Francisco Ángel Coutinho de la Facultad de Educación de la Universidad Federal de Minas de Gerais (UFMG) en Belo Horizonte, Brasil, quienes colaboraron ampliamente para lograr que el instrumento tuviera el mayor alcance posible como para evaluar la ocurrencia de las zonas del perfil conceptual. Luego este instrumento se sometió a una prueba piloto con un grupo de 31 estudiantes de Ciencias Química del cuarto semestre de la UFMG, quienes colaboraron para levantar las categorías que posteriormente se convertirían en las zonas del perfil. El instrumento se depuró eliminando las preguntas que causaron confusión y gran variedad de respuestas que no guardaban relación con el tema estudiado, lo que indicaba que presentaban poca coherencia y eran entendidas de distintas formas y por lo tanto sus respuestas no eran confiables para el estudio propuesto.

Es importante establecer que aunque las categorías y zonas del perfil conceptual del equilibrio fueron levantadas y definidas con estudiantes universitarios brasileños a través de la técnica de inducción analítica

(Taylor y Bogdan, 2000), las zonas del perfil estudiado, se pueden considerar las mismas para los grupos de participantes de este trabajo, ya que en opinión de Mortimer (2000), las categorías que caracterizan el perfil son independientes del contexto, puesto que dentro de la misma cultura aparecen las mismas categorías por las que se determinan las diferentes zonas del perfil. En nuestra civilización occidental e industrial, las zonas científicas del perfil están definidas claramente por la historia de las ideas científicas. En cuanto a las zonas precientíficas, la intensa investigación sobre las ideas alternativas de los estudiantes, realizadas en los últimos años, han identificado los mismos tipos de ideas relacionadas con un determinado concepto científico en diferentes partes del mundo (Mortimer, 2000).

4. Análisis y discusión de los resultados

4.1. Identificación de las categorías que conforman el perfil conceptual del equilibrio químico y su relación con el aprendizaje en estudiantes de educación en Ciencias Físico Naturales.

De acuerdo al planteamiento metodológico para la búsqueda de la información requerida en esta investigación, se procedió a la aplicación del cuestionario validado para evaluar la presencia de las categorías que conforman las zonas del perfil conceptual del equilibrio químico, en estudiantes de la licenciatura en Educación de la mención Ciencia Físico Naturales. Estas categorías son las que forman las zonas del perfil conceptual y fueron definidas en la prueba piloto en un juego dialógico entre los dominios: socio cultural, ontogenético y microgenético (Wertsch, 1988), con el objetivo de comprender de la forma más completa posible, la génesis del concepto de equilibrio químico. Es de aclarar que en algunas expresiones, se pueden encontrar varias categorías en la misma respuesta. Este factor es importante, pues más adelante cuando se presente el perfil del grupo de participantes, la extensión de cada zona del perfil (EZP) será de acuerdo a la frecuencia con que aparezcan las categorías expresadas en porcentajes.

A continuación, en la tabla 1 se describen las respuestas del grupo estudiantes participantes al cuestionario (Anexo) y se procedió al análisis respectivo.

Tabla 1. Respuestas de los participantes a la pregunta 1 del cuestionario.

“Es una igualdad en ambos lados de la formula, es decir, que debe haber la misma cantidad de la molécula a ambos lados”
“Lo defino como manera de llevar un hecho o acontecimiento con sentido igualitario y en completa igualdad”
“Equilibrio significa estabilidad o una igualdad que es necesaria para una estabilidad ya sea en lo social, político, ambiental, etc.”
“Igualdad de átomos iones y moléculas”
“Es cuando dos masas tienen el mismo peso”
“Todas las reacciones químicas buscan una estabilidad, (un equilibrio), para así llegar a una reacción normal”.
“La palabra equilibrio significa poner en dos lados diferentes elementos para mantenerse estable”.
“Es cuando tiene un peso balanceado de ambos lados”
“Es un balance de algo que trata de mantener y que sean iguales”
“Equilibrio se debe a un balance que ambos extremos deben ser igual para que se produzca el equilibrio evitando la caída de uno de los dos extremos”.

Fuente: Información obtenida en la investigación

En las respuestas referidas en la tabla 1, pareciera que el grupo de participantes relaciona la palabra “equilibrio” con la aparición de la categoría de “igualdad”, ya que en las expresiones indican la igualdad de cantidad de masa o peso o misma cantidad de átomos, iones y moléculas. Además, esta “igualdad” probablemente se refiere a las condiciones de cómo se llevan a cabo ciertos procesos. Se puede observar en las expresiones descritas en la tabla 1, que posiblemente se establece una relación entre la palabra “equilibrio” con “estabilidad”,

parece que se debe dar una igualdad para lograr el equilibrio o la estabilidad política, social o ambiental. En algunas de estas respuestas, se encuentra el término “balance” relacionado con “igualdad”, por lo que pudiera emerger la categoría o zona “estequiométrica”.

Llama la atención que en las expresiones donde aparecen los términos: balances, estabilidad, igualdad o misma cantidad; se hace referencia a la existencia de “dos lados” o “ambos lados” lo que puede tener relación con visiones compartimentadas del equilibrio químico admitiendo que los reactivos iniciales y los productos finales existen en compartimientos separados (Rocha, García, Rodeja, y Domínguez, 2000) reforzando de esta manera, la aparición de la categoría compartimentada del equilibrio químico. Por otro lado, el término “estabilidad” presente en las respuestas de este grupo de participantes como manera de conceptualizar a la palabra “equilibrio”, guarda relación con el equilibrio químico, ya que dicha “estabilidad” la logra el sistema, cuando la energía libre (ΔG) es cero en condiciones de presión y temperatura constante y es donde las concentraciones de cada una de las especies químicas presentes se mantienen constantes en el tiempo (Levine, 1999; Olivares y otros 1992).

Otras expresiones de este grupo de participantes, donde se evidenció la categoría “igualdad” como forma de conceptualizar el “equilibrio”, es aquella donde el equilibrio se toma como un signo usado en ecuaciones y expresiones matemáticas tal como lo demuestran las siguientes expresiones: “es la palabra que usamos para calcular dicho resultado de matemática y física, o química según el enunciado”; “es una igualdad en ambos lados de la formula...”

Es importante señalar que se encontraron respuestas donde estos participantes relacionan la noción general de equilibrio con la categoría equilibrio químico, en expresiones como:

“Es un proceso químico, el equilibrio químico es el estado en el que las actividades químicas o las concentraciones de reactivos y productos no tienen cambio”. Se puede notar la presencia de una categoría de “equilibrio químico” cuando hace mención que las concentraciones de las especies de reactivos y productos no cambian (Olivares y otros, 1992). Así como se observa cierta visión micro de equilibrio al mencionar el término: “actividades químicas” propio del mundo micro al cual pertenece el concepto de equilibrio químico.

Las categorías que han aparecido hasta el momento en este grupo de participantes, probablemente tengan algún fundamento en los principios generados del equilibrio mecánico tomando en cuenta elementos de simetría (igualdad de pesos y distancias, momento estático) en base a los planteamientos arquimedianos de la cultura helénica (Alemañ, 2012). También es importante aclarar que algunas de las conceptualizaciones sobre el “equilibrio” no guardan relación con el desarrollo histórico del concepto de equilibrio químico, tal como afirman Raviolo, Baugartner, Lastres y Torres (2001) cuando plantean que los estudiantes no tienen ideas espontáneas sobre el concepto de equilibrio químico antes de ser presentado este tema en el aula. Por lo tanto, algunas ideas que se presentan en este grupo de estudiantes, relacionadas a términos como: igualdad, balances, estabilidad, probablemente tenga que ver con algunas experiencias de vida y de conceptos en competencia de otras áreas del saber en una ecología conceptual como un todo (Bello, 2004; Mortimer 2000), la cual es capaz de redefinir la nueva idea para integrarla a la estructura conceptual global de un individuo.

Tal como lo afirman Raviolo y Martínez (2005), es frecuente encontrar en la enseñanza de las ciencias palabras que se usan con distintos significados en el lenguaje cotidiano y en el lenguaje científico. Por ejemplo en afirmaciones sobre el equilibrio químico contienen términos usados en la vida cotidiana como: “cambio”, “igualdad”, “perturbación” y “balance”, que pueden generar diferentes imágenes visuales en los sujetos según las experiencias personales de vida de cada uno. De aquí surge el planteamiento de una actividad consciente entre el uso técnico de ciertas palabras en ciencias y el uso cotidiano de esos términos lo que reduciría el surgimiento de ideas o concepciones erróneas sobre el equilibrio químico y favorecería el aprendizaje o la formación de concepciones en las zonas científicas del perfil de dicho concepto.

El segundo planteamiento del cuestionario (Anexo), es inspirado en los estudios realizados por Raviolo (2006). Afirma el autor, que el profesor cuando habla de equilibrio químico, señala distintas partes de la ecuación química escrita en el pizarrón sobre la síntesis del amoníaco, empleando frases del tipo “la reacción

se desplaza hacia la derecha” y los alumnos imaginan situaciones que difieren totalmente de las ideas a las que apunta la enseñanza. Se imaginan, por ejemplo, una “balanza estequiométrica” en la que se logra el equilibrio cuando en uno de los platillos hay un mol de nitrógeno y tres de hidrógeno y en el otro platillo, hay dos moles de amoníaco.

En la tabla 2, se encuentran algunas de las respuestas dadas por los estudiantes participantes a la segunda pregunta del cuestionario (Anexo).

Al hacer referencia del metalenguaje propio de la ciencia química, la figura utilizada en esta segunda cuestión, no es una representación del equilibrio químico, ya que no hay indicativo de una reacción química reversible, condición necesaria para el establecimiento del equilibrio químico.

Tabla 2. Respuestas del grupo de estudiantes participantes a la pregunta 2 del cuestionario.

“A ambos lados de la ecuación o de la molécula hay cantidades iguales es decir, 6 hidrógenos 2 nitrógenos”
“Sí, porque las dos fórmulas tienen igual número de moléculas”
“Porque se muestra que de ambos lados son del mismo peso”
“Porque los dos se mantienen del mismo nivel, es decir, que tienen la misma cantidad de peso”
“Sí, porque están totalmente balanceados”
“Se equilibran los compuestos con la interacción de valencias”
“Sí, porque ambos se relacionan y tienen el mismo balance químico por tal motivo existe equilibrio”

Fuente: Información obtenida en la investigación

En las respuestas vistas en la tabla 2, emerge la categoría de “igualdad” con afirmaciones como: “cantidades iguales”, “igual número de moléculas”, “ambos lados son del mismo peso”, “tienen la misma cantidad de peso”, es decir, hay una marcada tendencia hacia ideas y concepciones realizadas con el equilibrio de la balanza estudiado por Arquímedes. (Alemañ, 2012). La concepción de que el equilibrio se logra cuando la cantidad de reactivos es igual a la cantidad de productos puede estar asociada a concepciones estáticas del equilibrio químico originadas a partir del equilibrio mecánico, logrado por una igualación de fuerzas (Rocha y col., 2000), por lo tanto emerge una categoría “estática” como manera de conceptualizar al equilibrio químico (Raviolo, 2007).

Se puede observar en las expresiones descritas en la tabla 2, el surgimiento de una categoría “estequiometría” que se encuentra soportada en trabajos relacionados con el estudio de dificultades conceptuales (Hakling y Garnett, 1985; Quílez, 1997a; 1997b; y Raviolo, 2007). En estos estudios, se evidencia que las maneras de conceptualizar el equilibrio químico reunidas en la categoría “estequiométrica”, se deben al reiterado uso de estrategias didácticas erradas en la química, cuando el profesor hace énfasis en el uso del balanceo de la ecuación para realizar cálculos estequiométricos, reactivo limitante, reactivo en exceso y cálculo de concentraciones en el equilibrio, lo que hace que la idea estequiométrica tenga cierto arraigo en las maneras de conceptualizar el equilibrio químico entre los estudiantes que tienen cierta formación curricular en cursos de química universitaria.

En las respuestas descritas en las tablas 1 y 2, se puede notar el surgimiento de la categoría compartimentada del equilibrio químico, que puede tener su origen desde los planteamientos arquimedianos del sistema, “balanza” que crea una imagen donde ambos brazos de la balanza se dividen en dos subsistemas (Alemañ, 2012).

En la tabla 3, se pueden observar las respuestas del grupo de participantes, donde se evidencia la presencia de la categoría “Compartimentada”

Tabla 3. Presencia de la categoría “Compartimentada” en el grupo de participantes

“El equilibrio se mantiene en un punto determinado, donde no varía de un lado al otro”
“No porque no posee la misma cantidad de moléculas en ambos lados”
“La palabra equilibrio significa poner en dos lados diferentes elementos para mantenerse estable”

Fuente: Información obtenida en la investigación

En estas expresiones se puede notar la referencia que se hace a que las especies que intervienen en la situación de equilibrio están en compartimientos separados. También se puede notar que pueden emerger una, dos o más categorías según la complejidad de los términos usados para conceptualizar el equilibrio químico. Por ejemplo, en expresiones como:

“El equilibrio se mantiene en un punto determinado donde no varía de un lado al otro”; “la palabra equilibrio significa poner en dos lados diferentes elementos para mantenerse estable”, parecieran relacionarse con la aparición de una categoría “estática”, donde el equilibrio se percibe sin cambios, como si las especies químicas carecieran de movimiento y sin interacción en una supuesta estabilidad, pero a la vez se nota la concepción compartimentada del equilibrio químico (Raviolo, 2006). Es posible que la idea estática del equilibrio químico, sea aprendida en los cursos de Física, ya que los conceptos que se construyen en esta ciencia son más fáciles de relacionar con situaciones de la vida cotidiana (Moncaleano, Furió, Hernández y Calatayud, 2003; Colvaleta, Moreira y Caballero, 2005).

El cuestionario demostró la gran capacidad que tuvo como instrumento para la captura de las de las distintas concepciones, puesto que una categoría o zona del perfil podía aparecer en alguna respuesta a cualquier pregunta, como es el caso de la categoría “estática” que emerge no solo en las respuestas a la pregunta 1, sino que también aparece en las respuestas a la pregunta 8, cuando se le presenta la ecuación de obtención del ácido yodhídrico y se dan varios modelos gráficos para que escojan cuál representa la situación de equilibrio planteada (Ver Cuestionario Anexo). En este sentido, uno de los estudiantes escoge la opción a) y justifica su respuesta en la 9 de la manera siguiente: “Las demás situaciones no son adecuadas para describir el equilibrio químico planteado porque están en forma de movimiento y tienen más moléculas que no concuerda con la reacción”

Se puede notar en esta expresión la negación del aspecto dinámico del equilibrio químico va acompañado con la dificultad relacionada con el nivel de representación micro, al no admitir que existen cantidades de moles en el orden del número de Avogadro que pueden entrar en una relación dinámica de rompimiento y formación de enlaces que implica necesariamente que las especies que se descomponen y se forman lo hacen a la misma velocidad.

Otra expresión que concuerda con la opción a) de la pregunta 8 es la siguiente: “porque es la que mejor representa la fórmula planteada”. Al parecer la representación a través de la reacción química, la toma el estudiante como el modelo del sistema en equilibrio sin tener en cuenta la cantidad de átomos y moléculas a nivel micro que pueden interactuar en una situación de equilibrio químico.

En este grupo de participantes también emerge la categoría *Le Chatelier* al dar respuesta a la pregunta 12 de cuestionario tal como lo destaca la siguiente expresión: “la reacción se desplaza hacia la formación de NH_4Br para compensar la cantidad colocada de NH_3 ”. Se puede notar que, los estudiantes admiten en este caso que el equilibrio se desplaza hacia donde se consume el exceso de NH_3 formando el NH_4Br .

Es importante resaltar que un solo participante de este grupo, se acerca a una visión dinámica del equilibrio químico cuando justifica la escogencia de la opción d) de la pregunta 8 de la siguiente manera: “... a mi parecer es porque los átomos se mueven y dan esas reacciones”, sin embargo, términos como: reversibilidad, igual en las velocidades de la reacción directa con la inversa, términos que definen la zona equilibrio químico, no aparecen. Se puede afirmar que, este grupo de estudiantes participantes, tiene muy poco formada la zona “equilibrio químico” dentro de su perfil, y que tienen que construirla, en el transcurrir de la carrera con la

influencia de los cursos tanto de química universitaria como de algunos cursos de biología universitaria donde se desarrolle la temática del equilibrio químico, en función de la comprensión de su naturaleza abstracta y de su alta demanda conceptual dentro de la propia ciencia química.

De forma general, el perfil conceptual del equilibrio químico de este grupo de estudiantes, se caracteriza por la presencia de las zonas de igualdad, estática, estequiométrica, compartimentada, “Equilibrio químico” (muy poco formada) y *Le Chatelier* (muy escasa). De estas zonas la que se notó con mayor, intensidad en las expresiones de este grupo de estudiantes fue la de igualdad, compartimentada y estática; y tienen poca presencia de zonas racionales tales como: “Equilibrio químico” y *Le Chatelier*, debido a que es un grupo que tiene una escasa formación en el tema, en la química de bachillerato y por lo tanto requiere que el proceso de aprendizaje incluya el cambio y/o la activación de estrategias cognitivas y metacognitivas de procesamiento profundo de control y monitoreo de su aprendizaje (Campanario, 2000; Maturano, Solivares y Macías, 2002; Martínez, 2007; López, Marquez y Vera, 2008) que les permita a estos estudiantes desarrollar el nivel de abstracción que requiere la construcción de zonas racionales del perfil conceptual del equilibrio químico.

Una vez obtenidas las categorías relacionadas con las distintas maneras de conceptualizar el equilibrio químico, por parte del grupo de estudiantes participantes, se procedió a la construcción de su perfil conceptual, a partir de sus respuestas dadas al cuestionario que fue aplicado para tal fin.

De acuerdo con los planteamientos hechos por Mortimer (1995; 2000), se acepta que la presencia de varias zonas del perfil conceptual del equilibrio químico, demuestra que este concepto es comprendido por el grupo de participantes de distintas maneras, que pueden convivir en el mismo individuo, relacionadas con distintas maneras de pensar, hablar y que pueden ser utilizadas en contextos específicos.

Bajo la noción del perfil conceptual, la enseñanza de las ciencias y en este caso de la química, no demanda una ruptura o la sustitución de las concepciones previas (Bello, 2004; Moreira y Greca, 2003; Schnotz, Vosniadou y Carretero, 1984) por las concepciones científicas, tal como lo concebía la tesis de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982).

A continuación se procedió a construir y analizar los perfiles conceptuales de los grupos de participantes. Es de aclarar que cada categoría se constituye en una zona del perfil y que su altura o extensión (EZP) coincidirá con la frecuencia con que aparezca en las respuestas de cada participante a los planteamientos hechos en el cuestionario. Estas categorías o zonas del perfil fueron definidas en la prueba piloto a través de un juego dialógico entre los dominios socio cultural que representa todas aquellas ideas derivadas en el desarrollo histórico del concepto, ontogenético que se refiere a todos los estudios hechos sobre preconcepciones e ideas y dificultades sobre el equilibrio químico y el microgenético que se refiere a toda aquella información relacionada con las ideas del equilibrio químico que se derivan de la aplicación de instrumentos tal como corresponde en este caso al cuestionario (Wertsch, 1988).

5. Perfil conceptual

A continuación, se presenta el perfil conceptual del equilibrio químico del grupo de estudiantes del primer y segundo semestre de la licenciatura en Educación en Ciencias Físico Naturales. Este es un grupo de estudiantes que está comenzando sus estudios universitarios, y de acuerdo su nivel de escolaridad, aún no han cursado las asignaturas de química universitaria. Este factor es importante tomar en cuenta a instancias de poder analizar la presencia o no de ciertas zonas del perfil conceptual del equilibrio químico en estos participantes.

En la tabla 4, se puede notar que la mayoría de participantes posee una o dos zonas del perfil, donde se ubican ideas relacionadas con el equilibrio mecánico y concepciones estáticas y estequiométricas del equilibrio químico (Raviolo 2006; 2007; Rocha, 2007; Moncaleano, 2008; Moncaleano, Furió, Hernández y Calatayud, 2003). La presencia de este tipo de ideas puede deberse a planteamientos didácticos empleados en la enseñanza de la química a nivel de secundaria, con énfasis en la realización de cálculos estequiométricos y no hacer la distinción en el uso de la ecuación química como modelo y la realidad que representa. La presencia de estas

ideas puede ser reforzada en los cursos de física, cuando se enseña cuestiones relacionadas con el equilibrio mecánico por la facilidad de usar ejemplos de la vida cotidiana (Raviolo 2006; 2007; Rocha, 2007) que no requieren de un alto nivel de abstracción, tal como lo exige la construcción del concepto de “Equilibrio Químico”.

Tabla 4. Distribución de los perfiles conceptuales individuales del grupo 1 de estudiantes participantes

Perfiles	Estudiantes Participantes
Una zona	14
Dos zonas	10
Tres zonas	5
Cuatro zonas	1

Fuente: Información obtenida en la investigación

Según la información vista en la tabla 4, se observa que hay una cantidad significativa de estudiantes del primer y segundo semestre que tienen pocas formas de conceptualizar el equilibrio químico, sobre todo relacionadas con ideas intuitivas y muy pocas relacionadas con ideas científicas de este concepto. A la vez el número de zonas puede significar una limitación en su variedad de ideas para poder explicar en determinados contextos, ciertos fenómenos relacionados con el equilibrio químico. Esto puede significar que este grupo de estudiantes tiene que construir ideas científicas que se puedan relacionar con las zonas “equilibrio químico” y *Le Chatelier* con el nivel de representación micro a la par de la activación de estrategias cognitivas y metacognitivas (Martínez, 2007), que les permita a los estudiantes de este grupo, la adquisición del nivel de abstracción necesario para la comprensión del concepto de equilibrio químico.

En la figura 1, se puede observar el perfil general del grupo de participantes en términos de porcentajes de aparición de cada zona, para lo cual se tomó en cuenta la frecuencia con que apareció cada categoría del perfil en las respuestas dadas al cuestionario aplicado. A esta frecuencia se le llamó “extensión de la zona en el perfil” (EZP) y donde su valor en varias oportunidades supera al número de participantes debido a que en una sola respuesta se pudieron detectar la presencia de dos o más zonas. De esta manera, la metodología de análisis se basó en los enunciados categorizados, siguiendo la metodología sugerida por Coutinho, El-Hani y Mortimer (2007).

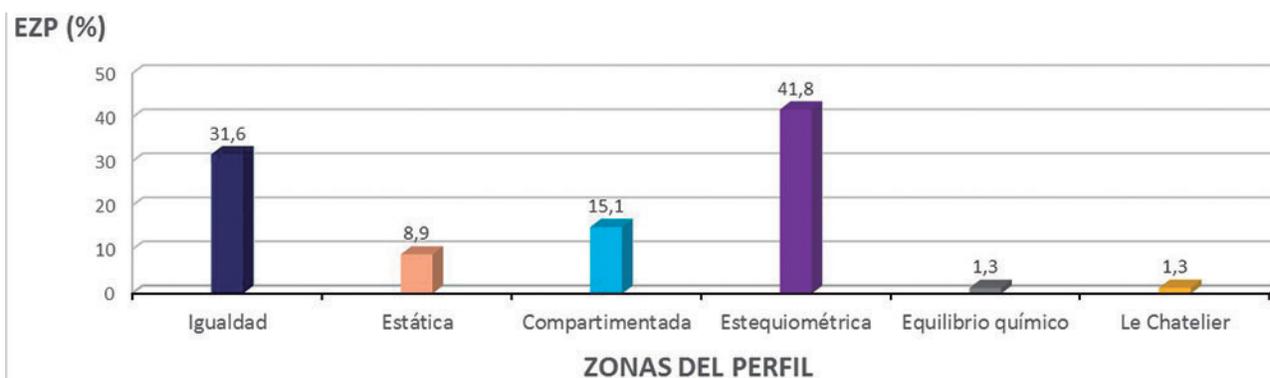


Fig. 1. Perfil conceptual del equilibrio químico del grupo de participantes

Se puede observar en la figura 1, que existe una gran influencia de la zona “igualdad” y “estequiométrica”, lo que explicaría la poca presencia de las zonas “equilibrio químico” y *Le Chatelier* probablemente originada a través de planteamientos didácticos a nivel de educación secundaria y probablemente se pueden convertir en obstáculos para la construcción y el aprendizaje de las zonas científicas “equilibrio químico” y *Le Chatelier* al

presentar dificultades en el reconocimiento del aspecto dinámico del equilibrio químico. La construcción de ideas en las zonas científicas del perfil, requiere de la comprensión del nivel micro de representación del equilibrio químico, que le permita a este grupo de participantes adquirir el nivel de abstracción necesario como para concebir al equilibrio químico como una situación dinámica en donde los reactivos y los productos conviven un solo sistema cerrado.

La construcción de las zonas científicas del perfil conceptual del equilibrio químico por parte de este grupo de estudiantes, probablemente pudiera lograrse a través de planteamientos didácticos en los cursos subsiguientes de química a nivel universitario, que pudieran incluir el uso de los modelos históricos sobre el equilibrio químico, planteados por Raviolo (2003) lo que le permitiría al estudiante desarrollar el nivel de abstracción necesario en la comprensión del concepto de equilibrio químico y la adquisición de competencias de tipo matemático para manejar ecuaciones de cálculo diferencial e integral y el a la vez le van a permitir al estudiante el control de variables físico-químicas dentro de un modelo energético, lo que puede conllevar a fortalecer las zonas “Equilibrio químico” y *Le Chatelier* del perfil del concepto estudiado.

Conclusión

Se logró identificar las distintas maneras que tienen un grupo de estudiantes universitarios de Educación mención Ciencias Físico Naturales de conceptualizar el equilibrio químico, a través de las respuestas dadas al cuestionario aplicado para tal fin. Se puede afirmar que, estas distintas maneras que tienen estos participantes de ver o conceptualizar el equilibrio químico se categorizaron, formando así las distintas zonas del perfil conceptual.

Las zonas del perfil con mayor extensión o estatus fueron: “igualdad”, “compartimentada” y “estequiométrica” las cuales pudieran jugar un papel preponderante en el proceso de aprendizaje del concepto de equilibrio químico, pues muchas de esas ideas agrupadas en estas zonas del perfil, pueden actuar como verdaderos obstáculos en la construcción de nociones científicas de dicho concepto. Este factor es relevante para el proceso de enseñanza de conceptos dentro de la química, ya que conociendo las distintas formas de pensar o conceptualizar de los estudiantes, se pueden diseñar y aplicar estrategias de enseñanza que conlleven a desarrollar niveles de abstracción necesarios para la comprensión de conceptos como el equilibrio químico. Para los estudiantes es importante conocer su perfil del equilibrio químico, porque pueden replantearse su proceso de aprendizaje a través de actividades cognitivas y metacognitivas que le ayuden a aumentar su nivel de conciencia sobre cual idea o noción de su perfil va a aplicar de acuerdo al contexto que se le presente e incluso cuales nociones le falta construir o desarrollar en su proceso de aprendizaje.

Partiendo de la noción del perfil conceptual del equilibrio químico, se puede plantear el desarrollo de la formación conceptual de estos estudiantes de la licenciatura en Educación hacia un aprendizaje significativo de la materia de química a nivel universitario, factor que va a hacer crucial en su futura práctica docente en cualquier nivel educativo que se desempeñen. ©

Este artículo constituye parte de la investigación realizada en el desarrollo de la Tesis Doctoral titulada: *El perfil conceptual de equilibrio químico y su relación con el aprendizaje en estudiantes y graduados de Educación en Ciencias Físico Naturales*, (2017), en el Programa de Doctorado en Educación, de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Los Andes, en Mérida Venezuela, realizada por el autor*.

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. 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

Referencias bibliográficas

- ALEMAÑ Berenguer, Rafael Andrés. (2012). El concepto de equilibrio Químico. Historia y controversia. *An. Quím.* 108(1), 49-56.
- BELLO, Silvia. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-217.
- CAMPANARIO, Juan Miguel. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 369-380.
- COUTINHO, Francisco Ángel; El-Hani, Charbel; Niño & Mortimer, Eduardo. (2007). *Construcción de un perfil conceptual de vida*. Colección Aprendizaje N° 152. Madrid: A. Machado Libros, S.A.
- COVALEDA, Rodrigo; Moreira, Marco Antonio & Caballero, María. Concesa. (2005). Los significados de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1). Consultado el 20 de junio de 2016 de la World Wide Web: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART1_Vol4_N1.pdf
- DOS SANTOS, Renato & Doménech, Antonio. (2005). Una propuesta de perfil conceptual para el concepto de masa. En: Anales del IX EFE- Encuentro de Investigación en la Enseñanza de la física, Jaboticatubas, MG, SBF, 26 a 29 de Octubre de 2004, São Paulo: Consultado el 26 de mayo de 2010 de la World Wide Web: <http://www.fisica-interessante.com/artigo-perfil-conceitual-massa.html>
- HACKLING, Mark W. & Garnett, Patrick J. (1985). Misconceptions of chemical equilibrium. *European Journal of Science Education*, 7(2), 205-214
- LEVAINE, Ira N. (1999). *Fisicoquímica*. 4ta. Ed. Vol. 1. Madrid: McGraw- Hill/ Interamericana de España, S.A.U.
- LÓPEZ, Wilmer Orlando; Marquez, Alber & Vera, Francisco. (2008). Estrategias metacognitivas usadas en la lectura de un texto de química. *Orbis. Revista Científica en Ciencias Humanas*, 4(10), 49-80.
- MARÍN, Nicolás. (1999). Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 80-92.
- MARTÍNEZ, Reinaldo. (2007). Concepción de aprendizaje y estrategias metacognitivas en estudiantes universitarios de psicología. *Anales de Psicología*, 23(1), 7-16.
- MATURANO, Carla Inés; Solivares, María Amalia & Macías, Ascensión. (2002). Estrategias cognitivas y metacognitivas en la comprensión de un texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 415-425.
- MONCALEANO, Hernando. (2008). La enseñanza del concepto de equilibrio químico. Análisis de las dificultades y estrategias didácticas para superarlas. Universitat de València. Valencia: Servei de Publicacions.

- MONCALEANO, Hernando; Furió, Carlos; Hernández, Juan & Calatayud, María Luisa. (2003). Comprensión del Equilibrio Químico y dificultades en su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, 111-118.
- MOREIRA, Marco Antonio & Greca, Ileana, María. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência e Educação*, 9(2), 301-315.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. (1992). Presupuestos epistemológicos para una metodología de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. *Química Nova*, 15(3), 242-249.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais*. São Paulo, Faculdade de Educação da USP. (Tese, Doutorado).
- MORTIMER, Eduardo Fleury. (1995). Conceptual change or conceptual profile change?. *Science & Education*, 4(3), 267-285.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. (1997). Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. *Química Nova*, 20(2), 200-207.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. (2000). *Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias*. Vol. CL de la colección Aprendizaje, Madrid: A. Machado Libros, S.A.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. (2001). Perfil conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. *Infancia y Aprendizaje*, 24(4), 475-490.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. (2005). *Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias*, Vol. 50 de la colección aprendizaje. Madrid: A. MACHADO LIBROS, S.A.
- OLIVARES, Wilmer; Almeida, Rafael; Scharifker, Benjamin; Agrifolio, Guiseppe.; Iacocca, Diodoro; De la Cruz, Carlos Bifano, Carlos; Cortés, Luis; Krestonosich, Stefan & Mostue, Maj Britt. (1992). *Energía Entropía y Dinámica Química*. Monografías de Química. Caracas: Editorial Miró C.A.
- POSNER, George; Strike, Kenneth; Hewson, Peter & Gertzog, William. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- POZO, Juan Igancio. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*, Vol.152 de la colección aprendizaje. Madrid: A. MACHADO LIBROS, S.A.
- 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.
- RAVIOLO, Andrés. (2003). Modelos históricos sobre el equilibrio químico. *Educación Química*, 9(3), 17-26.
- RAVIOLO, Andrés. (2006). Las imágenes en el aprendizaje y en la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química*, 17(x), 300-307.
- RAVIOLO, Andrés. (2007). Implicaciones Didácticas de un estudio histórico sobre el concepto equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 415-422.
- RAVIOLO, Andrés & Martínez, María. (2005). El origen de las dificultades y de las concepciones alternativas de los alumnos en relación con el equilibrio químico. *Educación Química*, 16(x), 159-166.
- RAVIOLO, Andrés.; Baumgartner, Erwin; Lastres, Luz & Torres, Noemí. (2001). Logros y dificultades de alumnos universitarios en equilibrio químico: uso de un test con proposiciones. *Educación Química*, 12(1), 18-26.
- RIBEIRO, Edenia María & Mortimer, Eduardo Fleury. (2004). Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. *Educación Química*, 15(3), 218-233.
- ROCHA, Adriana Leticia. (2007). *Diseño de una propuesta didáctica y su contribución a la enseñanza y aprendizaje del tema de Equilibrio Químico, para alumnos que ingresan en la Universidad*. Tesis Doctoral. San-

- tiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- ROCHA, Adriana; García, Eugenio; Rodeja, Fernández y Domínguez, José Manuel. (2000). Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico. ADAXE, 16, 163-178.
- SCHNOTZ, Wolfgang, Vosniadou, Stella y Carretero Mario. (2006). *Cambio conceptual y educación*. Buenos Aires: AIQUE.
- TAYLOR, Steven J. y Bogdan, Robert. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. (3^{era} ed). Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- TULVISTE, Peeter. (1991). *The cultural-historical development of verbal thinking*. New York: Nova Science.
- VIGGIANO, Esdras & Rodrigues de Mattos, Cristiano. (2008). Evaluando la utilización de las zonas de perfil conceptual de aprender y enseñar usadas en diferentes contextos. XI Encuentro de Investigación en Enseñanza de Física- Curitiba Brasil. Consultado el 20 de febrero de 2010 de la World Wide Web: http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/epef/_aliandoutilizacaodasz.trabalho.pdf
- WERTSCH, James. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.

ANEXO

Cuestionario

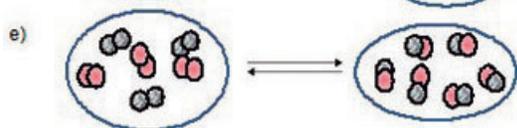
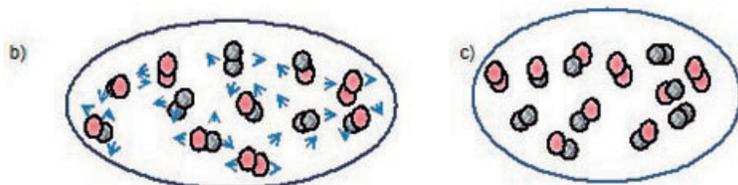
1. Describa que significa para usted la palabra "Equilibrio"
2. El modelo que se muestra a continuación, ¿es una representación de un equilibrio químico? ¿Por qué?



3. ¿A cuál de las siguientes situaciones se aproxima más el equilibrio químico?
 - a. Equilibrio mecánico
 - b. Equilibrio Ecológico
 - c. Equilibrio Económico
 - d. Equilibrio Social
4. ¿Cuáles serían las condiciones que se deben cumplir entre los átomos, iones y moléculas para que en una reacción química estén en equilibrio químico? Explicar su respuesta

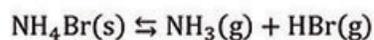
5. ¿Cuál sería el sistema que representa a la reacción de hidrógeno con el yodo, para obtener el ácido yodhídrico, $[H_2(g) + I_2 \rightleftharpoons 2HI(g)]$

si:  representa el átomo de yodo y  al átomo de hidrógeno:



6. Tomando en cuenta la situación que usted escogió en la pregunta 8, explique por qué cada una de las demás situaciones no son adecuadas para describir la de equilibrio químico planteado

7. Dado que la siguiente ecuación representa el sistema en equilibrio:



Se le introduce una cantidad de $NH_3(g)$ ¿Cómo el sistema alcanza de nuevo el equilibrio?
