

OBSERVANDO LOS CAMBIOS EN LA COMPRESIÓN DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES SOBRE EL TEMA EQUILIBRIO QUIMICO UTILIZANDO MAPAS CONCEPTUALES

Regina Raquel Gonçalves Cavalcanti & Flavio A. Maximiano
Instituto de Química, Universidade de São Paulo, Brasil
Email: reginaraquel@usp.br

Abstract. En el trabajo se utilizó el mapa conceptual como herramienta para analizar la estructura conceptual de los estudiantes de un curso de graduación en Química en una universidad pública del estado de São Paulo, sobre el tema Equilibrio Químico en dos momentos distintos, el primero al ingresaren en la universidad y el segundo después de un año de curso. Los mapas fueron analizados utilizando una adaptación del método de Análisis Estructural de los Mapas Conceptuales (AEMC adaptada). Se tuvo como meta del estudio: a) Evaluar a través de los mapas conceptuales, elaborados por los alumnos, la estructura conceptual de los mismos referente al concepto Equilibrio Químico; b) Describir y analizar la evolución de las relaciones entre los principales conceptos involucrados en el tema hecho por los alumnos en su ingreso en el curso de graduación y después de un año de curso, cuando son sometidos la primera vez a un estudio sistemático del tema. Se pretendió así, verificar cuales fueron los cambios más significativos ocurridos en consecuencia de las disciplinas ministradas en este período y c) Establecer una relación entre estos cambios con el proceso de enseñanza al cual los alumnos fueron sometidos, o sea, como la estructura conceptual de los estudiantes a respecto del tema cambió en función del proceso de aprendizaje al cual fueron sometidos. Se concluye que la herramienta desarrollada durante la pesquisa fue muy útil en el análisis propuesto; donde los alumnos ingresantes definen el Equilibrio Químico como el estado donde las velocidades de las reacciones se igualan sin relacionar a los conceptos de la termodinámica, estos también demostraron muchos conocimientos oriundos de como el concepto es presentado en la enseñanza media. Se verificó también que los estudiantes al ser sometidos a las disciplinas relacionadas al tópico Equilibrio Químico modificaron su entendimiento sobre el tema.

1 Introducción

La propuesta de este estudio es evaluar cualitativamente la estructura conceptual de los alumnos ingresantes en un curso de graduación en Química y después de un año de curso sobre el tema Equilibrio Químico, usando como instrumento de coleta de datos mapas conceptuales. La propuesta de observar un cambio conceptual de un tema de gran importancia en el contexto de la ciencia, a través de una metodología específica, fue un factor muy relevante para el empeño de este estudio. También fue objetivo del presente estudio desenvolver y aplicar una metodología de análisis de mapas conceptuales que permita obtener una visión general de la estructura conceptual de un grupo específico de alumnos sobre un determinado asunto. Para esto fue testada y modificada una metodología desarrollada por González Yoval y colaboradores (2004, 2006, 2008 y 2010), de manera a obtenerse un mapa conceptual representativo de las principales relaciones realizadas por el grupo (Cavalcanti y Maximiano, 2011).

2 Metodología

2.1 Procedimiento

El grupo estudiado era compuesto por 17 estudiantes del 1º semestre (ingresantes) de los cursos de graduación en Química del Instituto de Química de la Universidad de São Paulo (IQUSP). Para la elaboración de los mapas conceptuales los estudiantes tuvieron una exposición de cerca de 50 minutos. La elaboración de los mapas sobre Equilibrio Químico fue tema de la lección siguiente después de la elaboración de los mapas conceptuales, sobre la lista de conceptos. Después de un año de curso los mismos estudiantes construyeron los mapas sobre el tema Equilibrio Químico.

2.2 Análisis

Según la metodología original (González Yoval et. al., 2006), una proposición existente en el mapa conceptual, se puede señalar en la matriz la relación entre los conceptos como también efectuar la soma de las relaciones, siguiendo tanto las líneas cuanto las columnas de la matriz. Sin embargo, al aplicar tal metodología, se percibe que el efecto de este procedimiento es de que los conceptos terminales del mapa conceptual, bien como su relación, no serian marcados. Por ejemplo, si en un mapa (figura 1) existe la proposición $\Delta G \rightarrow$ indica la \rightarrow reacción favorable de manera que este último concepto no se conecte a ningún otro (concepto terminal), siguiendo la línea de la matriz solamente ΔG tendrá sus valores de R y F computados.

Para evitar este tipo de problema y computar los conceptos terminales, el Análisis Estructural de los Mapas Conceptuales (AEMC), (González Yoval, 2006), fue adaptada para el presente estudio y consiste en los siguientes pasos:

*Construcción de matrices:

1) Cada mapa conceptual construido por el alumno es transformado en una matriz de asociación, en que para cada par de conceptos con una relación, una proposición existente es atribuido el valor 1. Sin embargo, percibimos que al efectuar ese procedimiento los conceptos terminales del mapa no serían debidamente marcados, conforme ya descrito y ejemplificado. Así, las matrices fueron divididas por la diagonal nula y cada par de conceptos fue marcado en la diagonal inferior y superior, marcando la relación entre determinados conceptos A y B, tanto por la línea cuanto por la columna. Esto produjo una matriz simétrica.

2) Para cada muestra de mapa es efectuada una suma de todas las matrices obteniéndose así una matriz soma final que muestra el número de las relaciones total en cada concepto.

3) De la misma forma que en la propuesta original, la suma de las líneas permite obtener el valor de R para cada concepto. El conteo siguiendo la línea de la matriz del número total de los conceptos que un determinado concepto X aparece relacionado indica el valor de F. Ese valor puede ser dividido por el número total de las relaciones que se puede establecer con el respectivo concepto X (n-1, donde n es el número total de los conceptos) y expresado en términos porcentuales (%F). Otra modificación fue normalizar el número total de las relaciones (R) dividiéndolo por el número total de los mapas de cada grupo obteniendo la razón total de relaciones/mapa

*Construcción del gráfico % Frecuencia de la asociación vs. Relaciones/Mapa:

4) La aplicación de la Prueba de Asociación de Olmstead-Tukey (González Yoval, 2004) consiste en construir el gráfico que relaciona el total de las relaciones (R/M) y la frecuencia de asociación (R/M vs. F). El gráfico obtenido es dividido en cuadrantes determinados por las medianas de Relaciones y Frecuencia (Figura 2).

5) A partir de los resultados obtenidos por la posición gráfica de los conceptos, se define: a) Conceptos dominantes- aquellos que poseen alto número de relaciones y alto número de frecuencia presentes en los mapas analizados; b) Conceptos constantes- aquellos que poseen bajo número de relaciones y alto número de frecuencia presentes en los mapas; c) Conceptos ocasionales- aquellos que poseen alto número de relaciones y bajo número de frecuencia presentes en los mapas y d) Conceptos raros- aquellos que poseen bajo número de relaciones y bajo número de frecuencia presentes en los mapas.

Así, por la posición de cada concepto en un cuadrante, se puede determinar cuáles de los conceptos son dominantes, constantes, ocasionales y raros (Figura 2).

6) A la licencia de la matriz final, un mapa conceptual representativo para cada uno de los grupos de estudiantes estudiados fue construido. Para esto, las relaciones que fueron consideradas fueron las presentes en por lo menos el 25% de cada grupo (Figuras 3-4).

3 Resultados

Los conceptos dominantes determinados en los mapas están relacionados a la reacción química, desplazamiento y la definición del estado de equilibrio químico. El concepto Velocidad de las reacciones clasificado como dominante con un porcentaje de frecuencia de 55%, o sea, 8 alumnos relacionaron por lo menos una vez el concepto, siendo que de esos, 4 hicieron más de una relación para el mismo concepto. Las proposiciones presentadas caracterizan fuertemente la relación establecida entre el Equilibrio Químico y la velocidad de reacciones y/o *Constante de equilibrio* depende de la *velocidad*, aspectos enfatizados en el abordaje con los alumnos; se observa por el análisis bidimensional (Figura) que entre los conceptos el único considerado constante, o sea, con bajo número de relaciones y alta frecuencia es la *perturbación*, lo cual presenta 15 relaciones y una frecuencia de 44%. Este dato puede ser relacionado al direccionamiento que se es hecho en la enseñanza del tópico Equilibrio Químico, durante la enseñanza media, que comúnmente da gran énfasis a este aspecto del tema. Entre los conceptos clasificados como raros, los conceptos macroscópico y microscópico aparecen relacionados (35%) con apenas 7 relaciones y presentando frases de conexión poco significativas.

En virtud de la dificultad en lidiar con conceptos como Energía libre y Entropía, los cuales no aparecen relacionados en ningún de los mapas construidos por los alumnos, hecho que corrobora con nuestra inferencia sobre como la enseñanza del Equilibrio Químico es pautada en la enseñanza media; un abordaje con carácter cinético.

Con el propósito de comparar las muestras colectadas se aplicó la misma metodología después de un año de curso con los mismos 17 alumnos ingresantes. En la primera aplicación de la metodología el concepto

perturbación fue clasificado como constante, bajo número de relaciones y alto número de frecuencia, presentaba 15 Relaciones y posteriormente este obtuvo 47 Relaciones (dominante), *velocidad de reacciones* fue clasificado como dominante con 36 Relaciones y después la nueva aplicación de la construcción de los mapas este concepto obtuvo 19 Relaciones, siendo clasificado como constante.

De acuerdo con los cambios de categoría entre los conceptos podemos relacionar este evento al contexto en que es estudiado al tópico Equilibrio Químico en la enseñanza media, de manera a relacionar el estado de equilibrio a la velocidad de reacción, visto que en el momento de la aplicación de la construcción dos mapas conceptuales los alumnos ingresantes no habían sido sometidos al estudio del tópico Equilibrio Químico.

Podemos inferir, por el número de relaciones apuntadas en los mapas, que el concepto *perturbación* fue mejor comprendido y por lo tanto más relacionado, este concepto en esta segunda fase fue clasificado como dominante, *perturbación* está conectado a la comprensión del principio de Le Chatelier,

Entre los conceptos clasificados como raros, , además de los que habían sido relacionados y clasificados en la primera aplicación de los mapas, fueron verificados en esta fase: *endotérmico*, *potencial químico*, *variación de energía libre (ΔG)*, *variación de energía libre padrón (ΔG)* y volumen. Se resalta que los conceptos *potencial químico*, *variación de energía libre (ΔG)* y *variación de energía libre padrón (ΔG)* en la primera tomada de muestras con los alumnos ingresantes, no fueron relacionados en ningún de los 17 mapas construidos por los alumnos y en esta coleta los mismos fueron relacionados, aún que en número reducido: *potencial químico* una relación, *variación de energía libre (ΔG)* 12 relaciones y *variación de energía libre padrón (ΔG)* fue relacionado 4 veces.

Con la obtención del mapa representativo, fue posible verificar que el concepto *reversible* está conectado a la *reacción química* en 47% (8 de los 17) de los mapas construidos por los alumnos, referente a Química Inorgánica; ya en el mapa construido en el momento en que los ingresantes cursaban la disciplina Introducción a las Transformaciones Químicas se puede concluir que este fue mejor entendido por parte de los alumnos después de haber sido sometidos al estudio de disciplinas relacionadas a química. Como ya mencionado se acredita que esto se debe al fato de los alumnos ingresantes relacionare la cinética química como la explicación para el sistema atngir el equilibrio.

4 Consideraciones finales

La aplicación de la AEMC-ADAPTADA permitió: a) clasificar como un gran número de conceptos relacionados al tema Equilibrio Químico está presente jerarquía conceptual de los alumnos; b) obtener mapas conceptuales representativos que apunten para una estructura conceptual media de los mismos; c) comparar las diferencias entre los mapas conceptuales elaborados por alumnos pertenecientes a diferentes grupos (cursos diurno y nocturno) y para los mismos alumnos en momentos distintos durante el período de estudio. Cuanto el análisis de las estructuras conceptuales de los alumnos a respecto del tema Equilibrio Químico, los resultados obtenidos apuntan que en general los alumnos: a) definen el Equilibrio Químico como el estado donde las velocidades de las reacciones directa e inversa se igualan (ley de acción de las masas, siendo que no hubo relación a los conceptos termodinámicos apuntados para los alumnos ingresantes; b) relacionan las posibles alteraciones del estado de E. Q. debido a las variables del sistema con el Principio de Le Chatelier y no consideran la posibilidad de comparar el cociente de la reacción (Q) con la constante de equilibrio. Los apuntamientos sugieren que los alumnos al ingresaren en la enseñanza superior traigan en su estructura de conocimientos conceptos oriundos de lo que es presentado en la enseñanza media y estos se modifican al ser sometidos a las disciplinas relacionadas al estudio del tópico Equilibrio Químico. De gran valía podríamos realizar el mismo estudio aquí propuesto después de cada disciplina ofrecida.

5 Agradecimientos

Este trabajo es financiado por la fundación de ayuda a la investigación del estado de São Paulo (FAPESP) y de Pro-rectoría de Investigación de la Universidad de São Paulo. Agradecemos también a los profesores y a los estudiantes de química de 2008.

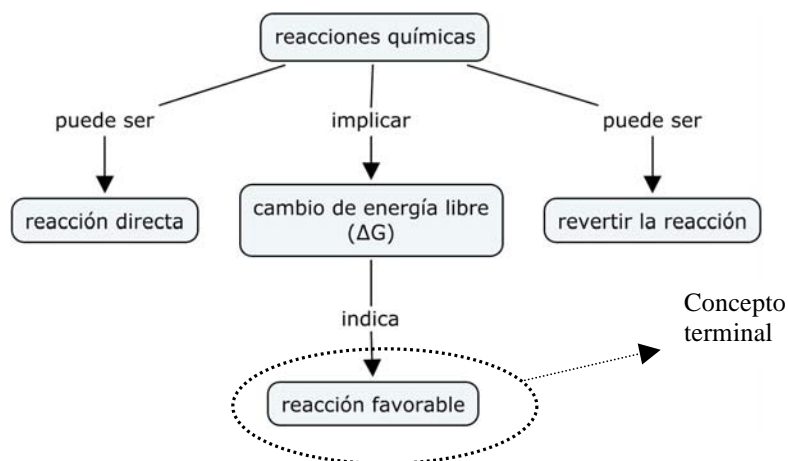


Figura 1. Mapa conceptual -ejemplo concepto terminal

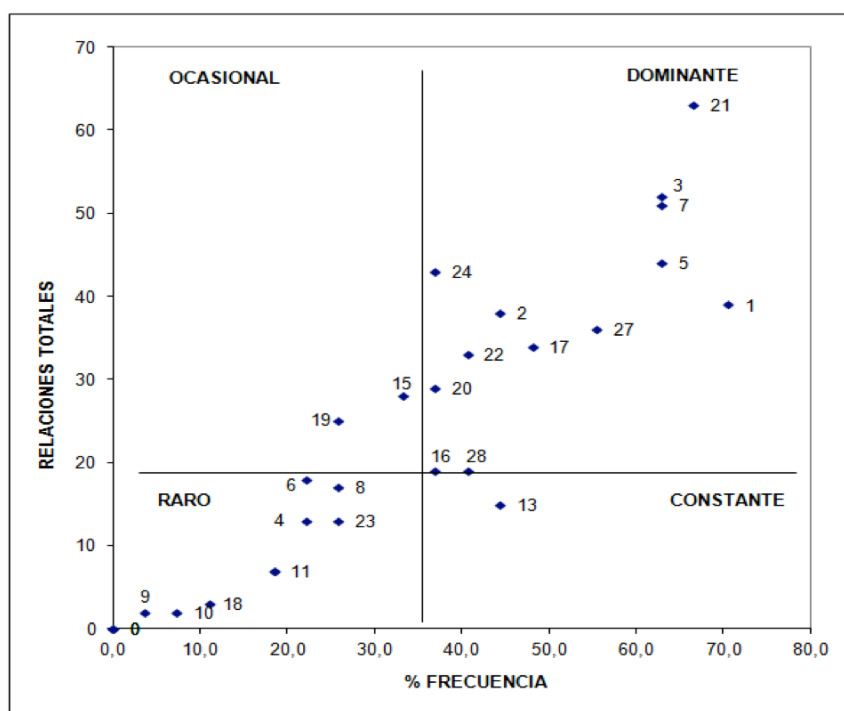


Figura 2. Gráfico obtenido a partir de la AEMC para los alumnos ingresantes del 1º año de 2008. Prueba de Asociación de Olmstead-Tukey para la matriz suma de los mapas conceptuales elaborados por los alumnos referente a la disciplina Química Transformaciones. Cada punto corresponde a un concepto: 1-concentración, 2-constante de equilibrio (K), 3-desplazamiento del equilibrio, 4-dinámico, 5-dirección de la reacción, 6-endotérmico, 7-equilibrio químico, 8-exotérmico, 9-extensión de la reacción, 10-la ley de acción de masas, 11-macroscópico, 12-microscópico, 13-perturbación, 14-potencial químico, 15-presión, 16-principio de Le Chatelier, 17-productos, 18-cociente de la reacción (Q), 19-reacción directa, 20-reacción inversa, 21-reacción química, 22-reactivos, 23-reversible, 24-temperatura, 25-variación de la energía libre (ΔG), 26-variación de la energía libre padrão (ΔG_0), 27-velocidad de reacciones, 28-volumem.

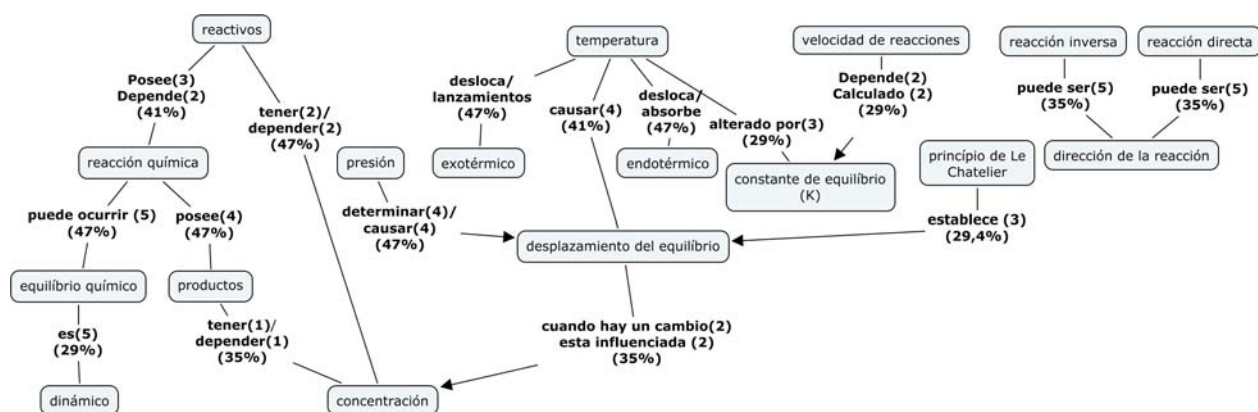


Figura 3. Mapa conceptual obtenido por el grupo de alumnos de la disciplina Transformaciones Químicas. El porcentual presente en las frases de conexión expresa la frecuencia de conexión entre los conceptos. Entre paréntesis está el número de ocurrencia de la frase de conexión.

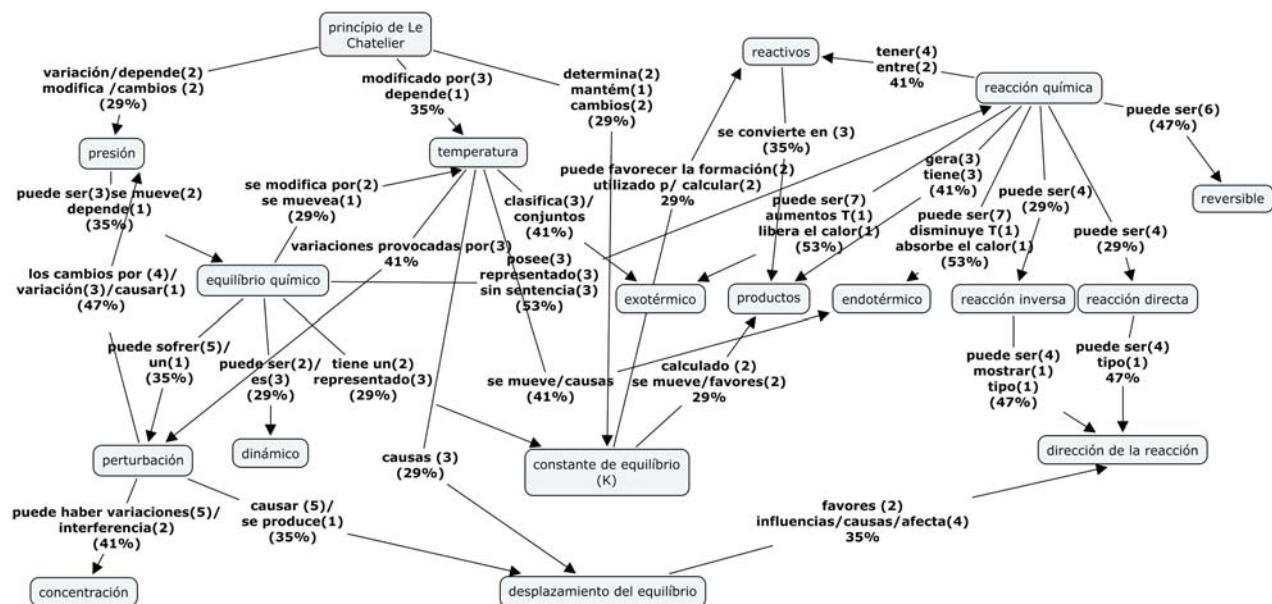


Figura 4. Mapa conceptual obtenido por el grupo de alumnos de la disciplina Química Inorgánica. El porcentual presente en las frases de conexión expresa la frecuencia de conexión entre los conceptos. Entre paréntesis está el número de ocurrencia de la frase de conexión.

Referencias

- Cavalcanti, R.R.G., Maximiliano, F. (2011). Desenvolvimento e aplicação de um método de análise de mapas conceituais com o objetivo de acompanhar mudanças na compreensão de um grupo de alunos sobre o tema Equilíbrio Químico, dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo.
- González Yoval, P., et. al. (2004). Valoración cuantitativa para evaluar mapas conceptuales. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology: Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, 289.
- González Yoval, P., et. al. (2006). Aplicación de la técnica de análisis estructural de mapas conceptuales (AEMC) en un contexto de educación CTS. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology: Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping.