

Universitas

ISSN 0122-7483

# Scientiarum

Vol. 7 No. 1

Enero - Junio 2002



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**Revista de la Facultad de Ciencias**



## DIFICULTADES EN LA SUPERACIÓN DE ERRORES CONCEPTUALES RELACIONADOS CON EL APRENDIZAJE DEL EQUILIBRIO QUÍMICO EN ALUMNOS UNIVERSITARIOS

Mauricio Erben

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. C.C. 962, La Plata (1900), República Argentina. E-mail: [erben@quimica.unlp.edu.ar](mailto:erben@quimica.unlp.edu.ar)

### RESUMEN

Uno de los problemas que enfrentan los profesores en el aula es que los métodos tradicionales usados para identificar las concepciones alternativas de los alumnos consumen mucho tiempo. Por otro lado, los errores conceptuales en el equilibrio químico, la mayoría de los cuales están relacionados con la predicción del cambio en el equilibrio, son muy tenaces y de difícil superación. En este trabajo presento una metodología simple que provee a los profesores de un test de fácil administración y evaluación, diseñado para identificar concepciones alternativas en los estudiantes, especialmente aquellas relacionadas con la incorrecta aplicación del Principio de Le Chatelier en sistemas que han sido perturbados por la adición de un sólido o de un gas inerte a una mezcla en equilibrio.

El test fue administrado a dos grupos de estudiantes universitarios de distinto nivel de instrucción. Los resultados obtenidos concuerdan con el enunciado general de la dificultad en la superación de estos errores conceptuales, aún en el caso de estudiantes avanzados.

**Palabras clave:** Errores conceptuales, equilibrio químico, principio de Le Chatelier.

### ABSTRACT

One problem for classroom teachers is that the methods traditionally used to identify student alternative conceptions are extremely time consuming. On the other hand, chemical equilibrium misconceptions, which most of them are related with the prediction of chemical equilibrium shift, are tenacious and resistant to extinction. In this work I present a simple methodology developed to provide teachers with an easily administered and evaluated test, designed to identify students alternative conceptions specially those related with the erroneous application of the Le Chatelier Principle in systems that has been perturbed by the addition of a solid or a inert gas to the equilibrium mixture.

The test was administrated to two groups of university students of different level of instruction. The results obtained are in agreement with the general statement that this students misconceptions are difficult of overcoming even for advanced students.

**Key word:** Chemical equilibrium, Misconceptions, Le Chatelier Principle.

## INTRODUCCIÓN

La existencia de errores conceptuales en los estudiantes es uno de los campos de mayor estudio en investigación educativa. En el caso del concepto de equilibrio químico, se han observado una serie de dificultades de aprendizaje y de errores conceptuales (Quílez y San José, 1995). Entre

estas dificultades se destacan los errores en el estudio de equilibrios heterogéneos y la aplicación incorrecta del principio de Le Chatelier.

En base a trabajos anteriores (Wheeler y Kass, 1978; Quílez 1998); que han establecido e identificado ampliamente la generalización de éstos errores, en esta comunicación se presenta un estudio que tiende a estable-

cer su persistencia en alumnos del nivel universitario. El objetivo de este estudio es determinar, mediante la utilización de una herramienta sencilla, el grado de superación de los errores conceptuales relacionados con el uso indebido del Principio de Le Chatelier y el estudio de equilibrios heterogéneos, a lo largo de dos cursos donde se ha impartido el tema del equilibrio químico.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se han seleccionado cuestiones típicas para esta clase de investigaciones, utilizando la modalidad de elección múltiple para la formulación de las preguntas, con 5 posibles respuestas. Se incluyó la opción «no sé» a fin de minimizar respuestas al azar (Ver Anexo, el análisis pormenorizado cada uno de los ítems puede encontrarse en Quílez 1997 y Quílez y Sanjosé, 1995). Este cuestionario fue suministrado a dos poblaciones de estudiantes. Una muestra de 40

alumnos de un curso de Introducción a la Química, del primer año de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Química, que desarrollaron el tema en clases de teorías y seminarios y realizaron un trabajo de laboratorio relacionado. La otra muestra consiste en las respuestas de 14 alumnos de un curso de Físicoquímica, del tercer año de dichas carreras, que han desarrollado el tema de equilibrio químico desde una óptica termodinámica muy completa y han tenido otros contactos con sistemas en equilibrio, ya que en años anteriores han estudiado y realizado laboratorios relacionados con equilibrios diversos como los ácido-base, de formación de complejos y de precipitados.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente tabla se muestran la cantidad de respuestas obtenidas por los dos grupos de alumnos, para cada uno de los ítems. Entre paréntesis se dan los porcentajes correspondientes.

Cuestión	Grupo	Número de respuesta por opción				
		a	b	c	d	e
1-A	Primer año	36 (90)	2 (5)	1 (2.5)	1 (2.5)	0
	Tercer año	9 (64)	0	3 (32)	2 (14)	0
1-B	Primer año	1 (2.5)	7 (17.5)	31 (77.5)	0	1 (2.5)
	Tercer año	0	8 (57)	6 (43)	0	0
2-A	Primer año	24 (60)	3 (7.5)	10 (25)	1 (2.5)	2 (5)
	Tercer año	12 (86)	2 (14)	0	0	0
2-B	Primer año	1 (2.5)	23 (57.5)	13 (32.5)	0	3 (7.5)
	Tercer año	0	3 (21)	11 (79)	0	0
2-C	Primer año	2 (5)	2 (5)	33 (82.5)	2 (5)	1 (2.5)
	Tercer año	4 (29)	4 (29)	6 (42)	0	0

Analicemos cada una de las respuestas por separado:

Cuestión 1-A: la mayoría de los alumnos de primer año responden equivocadamente. Se puede explicar este comportamiento suponiendo el uso equivocado del principio de Le Chatelier, en el sentido de que al aumentar la cantidad de uno de los reactivos, la cantidad de productos en la nueva situación de equilibrio será mayor. En el caso de alumnos de tercer año, se ve una mayor dispersión de las respuestas, aunque el mayor número de respuestas, es para la opción *a*, siguiendo un comportamiento similar al de los alumnos de primer año.

Cuestión 1-B: aunque la predicción que hace la mayoría de los alumnos de primer año es correcta (77,5%), un análisis comparativo con las respuestas dadas en la cuestión 2-C permite suponer que no se debe a un planteo correcto del problema, por razones que se discuten más adelante. Para el caso de alumnos de tercer año, las respuestas obtenidas para la opción *b* pueden explicarse suponiendo que los alumnos aplican -incorrectamente- el principio de Le Chatelier, de una manera similar a la señalada por Driscoll (Driscoll, 1960).

Cuestión 2-A: el 60% de los alumnos de primer año responden a la cuestión correctamente. Es llamativo, sin embargo, el porcentaje de respuestas (25%) que se obtienen para la opción *c*, para la cual la masa de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  no varía. Este último comportamiento puede estar relacionado con la existencia de un error conceptual muy extendido: el que los sólidos no reaccionan en los equilibrios heterogéneos. Para los alumnos de tercer año, el número de respuestas correctas es muy alto, sin que parezca existir el error conceptual mencionado para el caso del otro grupo de alumnos.

Cuestión 2-B: en el caso de los alumnos de primer año, existe una correlación entre las respuestas obtenidas en esta cuestión y en la 2-A, que permite identificar dos comportamientos. Así, un primer grupo de alumnos (que

optó por las opciones *a* y *b* en las cuestiones 2-A y 2-B respectivamente) utilizaría incorrectamente el principio de Le Chatelier. Mientras que otro grupo, representado por el 32,5% (que también optaron por la opción *c* en la cuestión 2A) no varía el equilibrio por variación en la masa de una sustancia sólida. En alumnos de tercer año, la cantidad de respuestas correctas es muy superior y en el análisis de las respuestas no se encuentra una correlación con la cuestión 2-A.

Cuestión 2-C: de la comparación entre las respuestas dadas a las cuestiones 1-B y 2-C se encuentra un comportamiento que puede resumirse de la siguiente manera: los alumnos de primer año no prevén cambio alguno en los equilibrios por adición de un gas inerte. Si bien para el caso anterior (1-B) la cantidad de respuestas correctas fue elevada, no se debe a un análisis correcto de las variables involucradas. En los alumnos de tercer año persiste la falta del control de variables, reflejada en la dispersión de las respuestas.

## CONCLUSIONES

En función de las respuestas obtenidas, se puede hablar de la presencia de distintos errores conceptuales y disímiles grados de supe- ración de los mismos entre ambos grupos.

Los alumnos de primer año utilizarían incorrectamente el principio de Le Chatelier para predecir la evolución de un sistema que ha sido perturbado, sin tener en cuenta las variables involucradas en cada situación. Las respuestas relacionadas con la adición de un gas inerte al sistema muestran la existencia de un segundo error conceptual que consistiría en la creencia que el equilibrio no se ve perturbado por la adición de una sustancia ajena al mismo (Quílez y Sanjosé, 1995). Con respecto a los equilibrios que involucran fases condensadas, un grupo de alumnos tendería a mantener «congelado» al sistema frente a cambios que involucren a sustancias sólidas. Este problema estaría estrechamente relacionado a las dificultades masa-concentración (Wheeler y

Kass, 1978; Furió y Ortiz, 1983). De manera similar, la mayoría de alumnos de tercer año a la hora de hacer predicciones sobre la evolución de los equilibrios, continúa utilizando incorrectamente el principio de Le Chatelier. No obstante, no se detectan los errores mencionados para el otro grupo en cuanto a la adición de un gas inerte y la presencia de fases condensadas en el sistema.

Los errores conceptuales detectados en este trabajo; al igual que en muchos que lo preceden, y la persistencia con que se manifiestan, parecen confirmar que el principio de Le Chatelier actúa como obstáculo para el aprendizaje del equilibrio químico. Estos estudios respaldan la propuesta de algunos autores (Gold y Gold, 1985), de abandonar el uso del principio de Le Chatelier como herramienta metodológica, a favor del empleo de formulaciones de mayor rigor conceptual, que intenten superar las dificultades observadas (Quílez, 1997; Van Driel *et al.*, 1999). Asimismo, la herramienta utilizada en el presente trabajo, parece ser de utilidad a la hora de realizar un primer diagnóstico de los errores conceptuales que pueden presentar los alumnos sobre el equilibrio químico, a fin de elegir las herramientas didácticas que intenten su superación.

#### AGRADECIMIENTOS

Al los profesores A. Caparelli, E. Vasini, A. Rocha, A. Badenes y S. Abate quienes de distintas maneras colaboraron con la realización del trabajo.

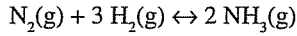
#### LITERATURA CITADA

- DRISCOLL D.R., Le Chatelier Principle, *Australian Science Teacher's Journal*, 6[3], 7-15, 1960.
- FURIÓ C.J. y ORTIZ E., Persistencia de errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico, *Enseñanza de las Ciencias*, 66[4], 531-538, 1983.
- GOLD J.; GOLD V., Le Chatelier's principle and the laws of van't Hoff. *Education in Chemistry*, 22, 82-85, 1985.
- QUÍLEZ J., 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, 1997.
- QUÍLEZ J., Persistencia de errores conceptuales relacionados con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. *Educación Química*, 9[6], 367-377, 1998.
- QUÍLEZ J. y SAN JOSÉ V., Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier, *Enseñanza de las Ciencias* 13[1], 72-80, 1995.
- VAN DRIEL J.H.; DE VOS, W. VERLOOP N., *Introducing dynamic equilibrium as an explanatory model*, *J. Chem. Ed.*, 76[4], 559-561, 1999.
- WHEELER A.E. y KASS H., *Students' misconceptions in chemical equilibrium*, *Science Education*, 62, 223-232, 1978.

**ANEXO: MODELO DE ENCUESTA**

Razona las respuestas de cada una de las siguientes cuestiones:

1. La síntesis de amoníaco se lleva a cabo, de acuerdo con la siguiente reacción:



si tenemos un recipiente en el cual se ha alcanzado el equilibrio, analiza las siguientes situaciones:

A) añadimos al sistema una cierta cantidad de  $\text{N}_2(\text{g})$ , de manera que se mantengan tanto la presión como la temperatura constante, indica si la cantidad de amoníaco cuando se restablezca el equilibrio será: §

B) se agrega un gas inerte, manteniendo la temperatura y el volumen constante. Entonces la cantidad de  $\text{N}_2$  cuando se restablezca el equilibrio será: §

2. A una determinada temperatura se ha establecido el equilibrio representado por la siguiente ecuación:



A) Al equilibrio anterior se añade, a volumen y temperatura constantes, una pequeña cantidad de  $\text{HCl}(\text{g})$ . Indica si cuando el sistema alcance la nueva posición de equilibrio la masa de  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  será: §

B) Si se extrae del recipiente una pequeña cantidad de  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ , manteniendo la presión constante, cuando el sistema alcance la nueva posición de equilibrio la concentración de  $\text{HCl}(\text{g})$  va a ser: §

C) si se añade al sistema inicial a presión y temperatura constante, una cierta cantidad de un gas inerte, indica si la masa de  $\text{HCl}(\text{g})$  va a ser: §

§: (a) mayor que en la posición de equilibrio anterior. (b) menor que en la posición de equilibrio anterior (c) igual que en la posición de equilibrio anterior (d) insuficientes datos para contestar en forma precisa (e) no sé.