

Eje temático 8: - Investigaciones educativas sobre enseñanza y aprendizaje de la Química

LAS IMÁGENES EN EL CAPÍTULO EQUILIBRIO QUÍMICO EN LIBROS DE TEXTO UNIVERSITARIOS

Andrés Raviolo

Universidad Nacional de Río Negro. Bariloche.

E-mail: araviolo@unrn.edu.ar

Resumen

Este trabajo muestra los resultados obtenidos de un análisis de las imágenes que aparecen en el capítulo equilibrio químico realizado en libros de texto universitarios. Se revisaron 31 libros de texto, se contabilizaron y clasificaron las ilustraciones encontradas (imágenes y gráficos). Los resultados muestran, en los últimos 50 años, un notable aumento en el número y calidad de las imágenes, con una mayor tendencia a abordar cuestiones conceptuales más que decorativas.

Palabras claves: Imágenes, gráficos, equilibrio químico, libros de texto universitarios.

Introducción

Esta investigación se orienta a dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Qué información visual presentan los libros de texto universitarios para el tema equilibrio químico? ¿Cómo han evolucionado con el tiempo la cantidad y calidad de las imágenes en los textos?

Perales [1] resalta la necesidad de clasificar las imágenes empleadas en los libros de texto, mejorar su generalizada inadecuación didáctica, clarificar los requisitos cognitivos para su correcta comprensión y profundizar en la utilidad de la imagen como instrumento de modelización.

Las imágenes, representaciones externas pictóricas, tienen un fuerte carácter simbólico y sintético. Forman parte y son esenciales en la construcción de modelos mentales sobre un sistema físico.

En general los estudiantes carecen de imágenes de sistemas en equilibrio químico, muchos de los cuales forman parte de su vida cotidiana, de su organismo o tienen fuerte importancia industrial. No se aprecian cambios macroscópicos en un sistema en equilibrio químico (a temperatura constante y sin perturbarlo) y su naturaleza dinámica está oculta a la vista, requiere ser modelizada. Modelos submicroscópicos (con representaciones de átomos, iones, moléculas) ayudan a describirlo, explicarlo y predecir su evolución. Será necesario, también, integrar la información macroscópica y submicroscópica con el lenguaje simbólico empleado (la ecuación química).

Por la naturaleza abstracta y compleja del equilibrio químico es muy frecuente el uso de analogías para abordar aspectos del tema [2]. El empleo de imágenes para la presentación de los análogos resulta generalmente indispensable para evocarlos.

El objetivo de este trabajo es abordar la problemática del papel de los libros de texto y de los docentes en apoyar el proceso de visualización de sistemas químicos en equilibrio y la construcción de un modelo mental apropiado que le permita al estudiante comprender y resolver situaciones sobre el tema a partir de aprendizajes significativos, no mecánicos, y superar las múltiples concepciones alternativas denunciadas por investigación didáctica.

Las ilustraciones en los textos

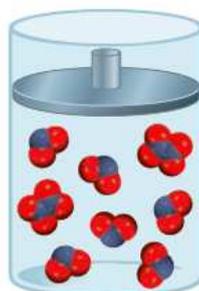
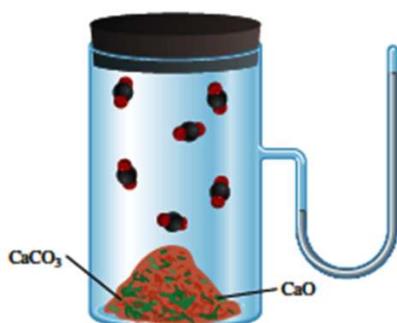
El término ilustraciones suele emplearse con dos acepciones, por un lado como sinónimo de dibujo figurativo o realista, y por otro lado, como todo tipo de información visual, distinta a palabras y símbolos, que aparecen en los libros de texto.

En este trabajo las ilustraciones de los textos han sido clasificadas en: fotos, dibujos esquemáticos, diagramas de partículas, ecuaciones químicas con partículas, imágenes de analogías y gráficos. A continuación se describe cada uno de estos términos.

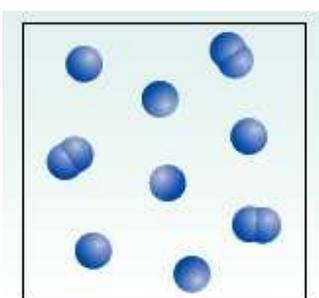
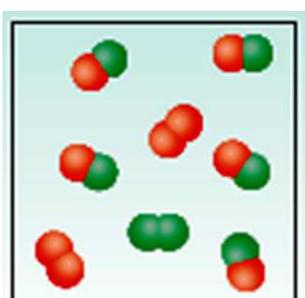
- Fotos: muestran una relación espacial reproductiva, una imagen realista. Se incluyen dibujos figurativos que copian o imitan la realidad.



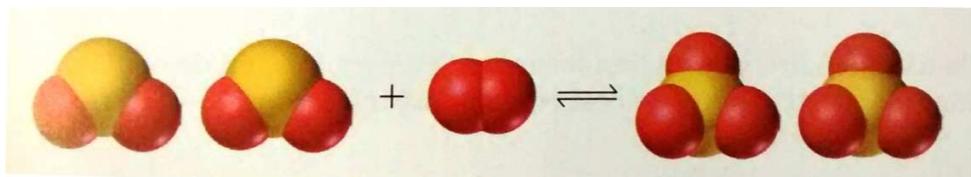
- Dibujos esquemáticos: también llamados diagramas, son representaciones simplificadas o esquemáticas de objetos. Al menos una parte es figurativa. Combinan distintos niveles de representación (niveles macroscópico, simbólico y submicroscópico).



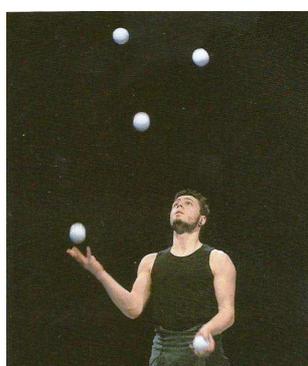
- Diagramas de partículas: muestran un conjunto de átomos, iones o moléculas. Es una representación de entidades del nivel submicroscópico, donde el recipiente u objetos macroscópicos no tienen relevancia.



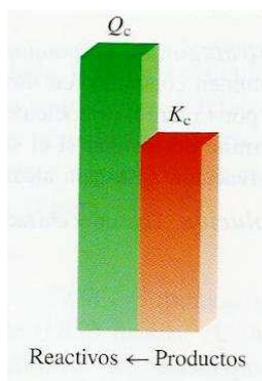
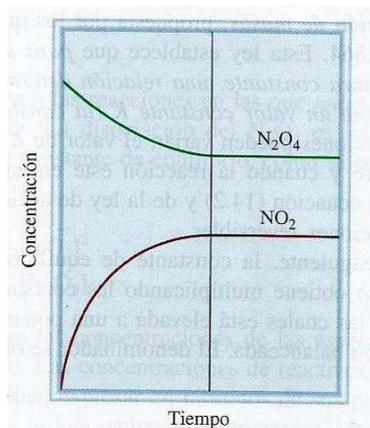
- Ecuaciones químicas con partículas: ecuaciones químicas con doble flecha, en las cuales en lugar de los símbolos químicos se utilizan representaciones de moléculas como modelos compactos o de bolas y palos.



- Imágenes de análogos: Se trata de imágenes empleadas para presentar una analogía. Por ejemplo, la escalera mecánica en el centro comercial o el equilibrista, para ilustrar la naturaleza dinámica del equilibrio químico.



- Gráficos: representan relaciones entre números, información cuantitativa, donde las proporciones brindan información significativa.



En este estudio no se tienen en cuenta las imágenes individuales de moléculas, iones o átomos; por ejemplo las distintas formas de representar las moléculas (desarrollada, bolas y palos, compacta, etc.). Tampoco se han relevado los esquemas conceptuales, que muestran espacialmente relaciones entre conceptos, como una red conceptual, un diagrama V, un diagrama de flujo, etc. Ni representaciones simbólicas que abundan en textos de química como fórmulas y ecuaciones químicas y matemáticas.

Metodología

Se realizó una indagación de las imágenes que aparecen en el capítulo de equilibrio químico en libros de química general universitaria en idioma español, editados en los últimos 50 años. Se analizó sólo el capítulo de generalidades del equilibrio químico, no se incluyó equilibrios ácido-base o de solubilidad que son generalmente tratados en capítulos posteriores.

La muestra, compuesta de 31 libros, si bien es amplia y representativa, no es exhaustiva dado que se incluyen los libros a los que se pudieron acceder. Para algunos libros de un mismo autor se ha recurrido a un máximo de dos ediciones separadas por un tiempo considerable de años.

La evolución de la presencia de imágenes en los textos se realizará teniendo en cuenta tres períodos: libros anteriores a 1990, libros editados entre 1990 y 1999 y libros del año 2000 en adelante. Para cada período se indicará el número de textos analizados, si sus páginas están en color, el número de páginas dedicadas al capítulo y se calcularán dos cocientes que sintetizan la presencia promedio de imágenes y de gráficos para cada período. El Cociente de Imágenes (CI) se calcula para cada libro sumando todas las imágenes (fotos, dibujos esquemáticos, diagramas de partículas, ecuaciones químicas con partículas e imágenes de análogos) dividido el total de imágenes y multiplicado por 10; de modo que un valor de CI igual a 1 indica una imagen cada 10 páginas del texto. De la misma forma se calcula el Cociente de Gráficos (CG) del capítulo, dividiendo el número total de gráficos que aparecen por el número total de páginas por 10.

Resultados y discusión

En el Anexo se presenta una tabla con los resultados obtenidos en los 31 textos analizados en orden cronológico de año de edición. Por cuestiones de espacio sólo se menciona el primer autor del libro de texto, el resto de las referencias bibliográficas son fácilmente ubicables.

Una síntesis de los resultados obtenidos se aprecia en la siguiente tabla:

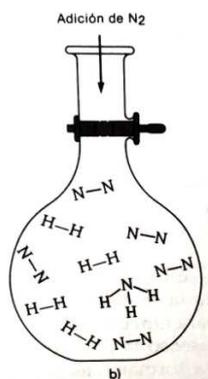
Período	Nº de libros del período	Nº de libros con páginas a color	Promedio páginas capítulo	Cociente Imágenes capítulo	Cociente Gráficos capítulo
1990 anteriores	10	0	21,6	0,6	0,7
1990 a 1999	11	3	28,5	1,6	1,0
2000 posteriores	10	8	40,2	4,1	1,7

Generalmente el capítulo sobre el equilibrio químico se ubica posteriormente al de cinética química y anteriormente al de equilibrio ácido-base. El número de páginas dedicado a este capítulo ha aumentado notablemente con el tiempo, como así también la cantidad de imágenes y gráficos que incluyen. Esta evolución es más significativa para el caso de las imágenes que superan las 4 imágenes cada 10 páginas en libros editados más recientemente.

Se han hallado 89 fotos que han sido clasificadas en 4 categorías: (I) materiales de laboratorio químico (39), por ejemplo un diseño experimental de perturbación del equilibrio con la temperatura; (II) vida cotidiana (34), objetos o fenómenos observables incluidos con una finalidad de motivación por ejemplo un relámpago, cuevas con estalactitas; (III) industria química (9), por ejemplo una planta de amoníaco y (IV) retratos de personas (7), generalmente Le Chatelier o Haber. En esta categoría

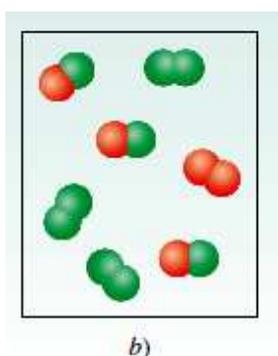
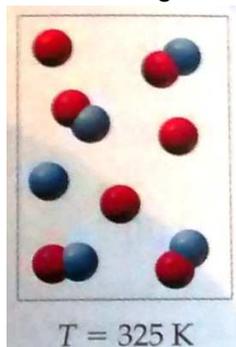
de fotos se incluirían ilustraciones totalmente realistas como un dibujo figurativo, aunque no se encontró este tipo de imagen en los textos consultados.

De los 54 dibujos esquemáticos encontrados 34 se ubican en el período más reciente, 14 en el anterior y 5 en el primero. El texto Zumdahl (1992) fue un pionero en incluirlos, aunque en lugar usar esferas para las partículas emplea símbolos químicos.

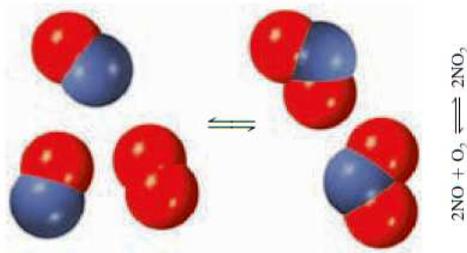


Para Lowe [3] los dibujos esquemáticos son diagramas científicos que no pretenden reproducir fielmente la realidad sino mostrar relaciones entre conceptos. Solaz [4] sostiene que estos diagramas cumplen funciones de comunicación y reflexión de conceptos; así como, de mejorar la organización y almacenamiento de la información en la memoria de los sujetos. Aunque para ello los estudiantes deberían desarrollar habilidades para su interpretación, proceso que se vería favorecido si: (a) se dan a conocer las convenciones que se emplean para su construcción, (b) se explican convenientemente, (c) se interconectan con el resto de la información y (d) se proponen actividades adecuadas para abordarlos.

La aparición de diagramas con partículas en textos (61 en total) se incrementó exponencialmente en los últimos años (4, 4 y 53 respectivamente por período). Esto puede atribuirse al impacto de la línea de investigación sobre la resolución conceptual de problemas. Esto se aprecia sensiblemente en textos como McMurry (2009) o Chang (2013) que incorporan situaciones conceptuales con diagramas de partículas en los problemas propuestos al final del capítulo.



En los textos se hallaron 22 ecuaciones químicas con partículas, la mayoría (19) en el último período, destacándose en ello el libro Chang (2013) con 7. Este tipo de representación de la ecuación química, al mostrar las fórmulas moleculares con círculos en lugar de letras, ayuda a comprender situaciones de procesos químicos representados con diagramas de partículas.



Los gráficos son el recurso visual más utilizado para abordar aspectos del equilibrio químico, los más típicos son los gráficos XY de concentraciones o velocidades versus tiempo. Se hallaron un total 111, que se distribuyeron en los tres períodos a razón de 15, 30 y 66 respectivamente.

A pesar que la cantidad de analogías sugeridas para el tema del equilibrio químico es muy grande y variada [2], sólo 6 imágenes de análogos se hallaron en los libros; por ejemplo, las imágenes de los análogos: el malabarista (Chang, 2013) o la escalera mecánica (McMurry, 2009).

Las analogías constituyen una estrategia válida para la enseñanza del equilibrio químico, dada la complejidad y la abstracción del concepto. La naturaleza reversible del cambio químico y la naturaleza dinámica del equilibrio químico se pueden visualizar mediante analogías, donde las imágenes ayudarán a evocar el análogo, comprenderlo y establecer las relaciones análogo- objetivo.

Conclusiones

Las funciones educativas atribuidas a las imágenes han sido clasificadas en: (a) decorativas: no se relacionan directamente con el texto; (b) representacionales: muestran un elemento descrito en el texto; (c) organizacionales: muestran las relaciones entre elementos descritos en el texto o (d) explicativas: muestran cómo el sistema trabaja. Teniendo en cuenta esta clasificación, las funciones que cumplen las imágenes encontradas en los textos tienden, con el paso del tiempo, hacia funciones más organizacionales y explicativas, como el caso de los dibujos esquemáticos.

En definitiva, en la investigación realizada se aprecia que, más allá de los progresos en los sistemas de edición e impresión, existe una evolución en la calidad de las imágenes presentes en los libros de texto que se orienta hacia funciones más conceptuales que decorativas.

Referencias bibliográficas:

- [1] F. Perales, *Formación Universitaria*, **2008**, 1(4), 13-22.
- [2] A. Raviolo, A. Garritz, *Educación Química*, **2007**, 18(1), 16-29.
- [3] R. Lowe, *Australian Science Teacher Journal*, **1986**, 32(3), 7-13.
- [4] J. Solaz, *Educación Química*, **1996**, 7(3), 145-149.

Anexo: los textos analizados ordenados en orden cronológico

Nº	Primer autor	Año	Nº pag. capit.	Color	Fotos	Dibujos esquemáticos	Diagramas partículas	Ecuac. qca con partículas	Imagen análogos	Total imágenes	Total gráficos	Cociente Imágenes	Cociente Gráficos
1	Copton	1964	8	no						0	0	0,0	0,0
2	Maham	1968	26	no						0	5	0,0	1,9
3	Gray	1969	23	2			3	2		5	0	2,2	0,0
4	Sienko	1970	22	no						0	2	0,0	0,9
5	Choppin	1973	11	2		1	1			2	0	1,8	0,0
6	Babor	1974	24	no		3				3	1	1,3	0,4
7	Hiller	1974	30	no						0	1	0,0	0,3
8	Brescia	1975	21	no						0	1	0,0	0,5
9	Ander	1978	14	no						0	3	0,0	2,1
10	Pauling	1980	37	no		1				1	2	0,3	0,5
11	Mahan	1990	36	no						0	6	0,0	1,7
12	Whitten	1992	30	no	6	1				7	2	2,3	0,7
13	Zumdhal	1992	38	no	9	7				16	4	4,2	1,1
14	Brady	1993	29	no						0	2	0,0	0,7
15	Sienko	1993	28	no						0	5	0,0	1,8
16	Angelini	1994	30	no						0	1	0,0	0,3
17	Garritz	1994	25	no	3			1	1	5	1	2,0	0,4
18	Burns	1996	13	si	1		2		1	4	2	3,1	1,5
19	Daub	1996	13	no	2					2	1	1,5	0,8
20	Atkins	1998	36	si	7	2	1			10	5	2,8	1,4
21	Petrucci	1999	35	no		4	1	0		5	1	1,4	0,3
22	Umland	2000	44	no	4	3	6	1	1	15	3	3,4	0,7
23	Brown	2004	38	si	5	2	4	1		12	10	3,2	2,6
24	Garritz	2005	26	no	3	2	1			6	2	2,3	0,8
25	Atkins	2006	36	si	8	1				9	12	2,5	3,3
26	Whitten	2008	42	si	8	4		1		13	8	3,1	1,9
27	Brown	2009	40	si	2	6	8	1		17	12	4,3	3,0
28	McMurry	2009	46	si	11	3	17	5	2	38	8	8,3	1,7
29	Ebbing	2010	43	si	9	4	6	2		21	3	4,9	0,7
30	Petrucci	2011	42	si	5	5	3	1		14	1	3,3	0,2
31	Chang	2013	45	si	6	5	8	7	1	27	7	6,0	1,6