

INVESTIGACIONES EDUCATIVAS SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA QUIMICA

LAS IMÁGENES EN LOS LIBROS DE TEXTO DE QUIMICA CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS PRELIMINAR ACERCA DEL CONTENIDO ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Alexis González¹ y Mario Quintanilla²

¹. Universidad de Las Américas, Instituto de Ciencias Naturales, Manuel Montt 948, Santiago.

². Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Educación, Av. Vicuña Mackenna 4860, Santiago. Director del Laboratorio G.R.E.C.I.A.

Resumen

En la enseñanza de la Química, se deben considerar los niveles de representación de dicha disciplina, *macroscópico*, *simbólico* y *microscópico*. Si bien es cierto, los libros de texto de ciencias son un importante recurso didáctico para la enseñanza de la química, no siempre dejan de manera explícita la relación entre los niveles. Esta investigación exploratoria, realizó una caracterización de las imágenes presentes en seis textos de ciencias naturales. Los resultados señalan que las ilustraciones presentan una baja integración de los niveles enfatizando mayormente lo macroscópico y microscópico, con escasa integración entre ellos. Esto tiene como consecuencia que la función didáctica de la imagen no sea en algunos casos un aporte para la comprensión del contenido que se realiza a lo largo del discurso escrito.

Palabras clave: niveles de representación, química, libros de texto

Study of level of representation of Chemistry in Natural Science textbooks: The school topic of the structure of the matter.

Teaching of chemistry considers the levels of representation of the discipline known as macroscopic and microscopic symbolic. The science textbooks are an important educational resource for teaching chemistry, however, they do not always make explicit the relationship between levels of representation. In this exploratory research, an initial characterization of the images present in six natural science texts was made. The results indicate that integration illustrations have low levels mostly emphasizing the presence of the macroscopic and microscopic, with little integration of the microscopic. What has the consequence that the didactic function of the image is not in some cases contribute to an understanding of content that is made throughout the speech written in the text.

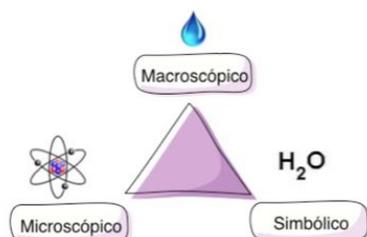
INTRODUCCIÓN

El texto escolar, es un recurso didáctico que es utilizado tanto por profesores como por estudiantes, y juega un rol fundamental en la interacción educativa que realiza el docente en el aula, siendo una de las fuentes más importantes para la transmisión y construcción del conocimiento por los alumnos[6]. Este plasma gran parte de los objetivos que se desean lograr en el currículum educacional, siendo un recurso esencial y valioso para comprender las *explicaciones científicas*[3]. Así, es deseable que las representaciones icónicas y discursivas de los contenidos de la química consideren competencias de pensamiento científico: contexto, conocimiento, destreza y valores[9], sin embargo, la mayoría de las veces son incompletas[8].

En esta línea, en la enseñanza de la química existen tres niveles para explicar los fenómenos químicos [7,10] (Fig.1). *Nivel macroscópico*: características y propiedades de

fenómenos químicos reales y observables, *Nivel simbólico*: mediante imágenes, símbolos químicos, algebra, diagramas, etc., y *Nivel microscópico*: incluye conceptos químicos que se relacionan con electrón, fotón, protón, moléculas, átomos, etc.

Figura 1: Niveles de representación en química para la noción de agua.



La movilización del pensamiento de los estudiantes por los diferentes niveles es una de sus mayores dificultades tanto para el cómo se enseña y el cómo se aprende esta disciplina. Mejorar teóricamente la calidad y comprensión de las representaciones químicas en los estudiantes es un elemento fundamental del texto escolar, contribuyendo al menos a teorizar los modelos de la química.

Problemas de los textos escolares de química y ciencias naturales

Los textos de estudio han sido el material curricular de mayor utilización en la enseñanza de las ciencias naturales[2]. Sin embargo, diversas investigaciones han evidenciado los obstáculos epistemológicos que persisten en los estudiantes y que provienen del diseño de los libros de texto[5]. Esto se debe al gran número de contenidos y al lenguaje que se incluyen en los textos, lo que conlleva a que los docentes se centren principalmente en *avanzar en los capítulos*[9]. Además, los textos deslumbran errores y concepciones alternativas, ignorando las dificultades del alumnado[3]. Para Gillespie[4], estas dificultades se deben porque el estudiante no logra hacer la conexión entre los niveles.

De esta manera, es importante analizar la forma en como los libros presentan el tema de la estructura de la materia, ya que es difícil de ser comprendida por los estudiantes. En consecuencia, planteamos caracterizar las ilustraciones en relación a los niveles de representación, con la finalidad de analizar la función didáctica que tienen éstos en el tratamiento del contenido.

METODOLOGÍA

Se realizó una investigación descriptivo-evaluativa, en la cual se analizaron las representaciones químicas en los textos escolares chilenos, para el contenido la estructura de la materia. Se analizaron las imágenes según los criterios desarrollados por Gkitzia, Sata y Tzougraki[5] para la evaluación de las representaciones químicas presente en las imágenes, conformadas por: Criterio 1(Tipo de representación), Criterio 2(Componentes de la figura), Criterio 3(Relación al texto), Criterio 4(Leyendas y títulos) y Criterio 5(Correlación de las representaciones).

Muestra Bibliográfica

Se analizó una muestra de 6 libros de ciencias naturales de enseñanza básica (estudiantes de 12 a 14 años) seleccionadas por: textos licitados por el Ministerio de Educación, disponibilidad de los textos, adecuación al currículum, presencia de unidades relacionadas con el contenido estructura la materia.

La muestra final, quedó conformada por los siguientes libros, según se indica en la tabla 1:

Libro	Autores	Editorial	Año
8° Básico	Aguilar, O., Flores, S., Marchant, R., Piña, A. y Ross, P	Santillana	2009
8° Básico	Calderón, P., Herrera, M., Flores, S. y Gutiérrez, S., Herrera, M. y Roldán	Santillana (MINEDUC)	2009
8° Básico	Pradenas, M., Cantarero, S. y Arenas, E	Pearson	2010
7° Básico	Díaz, C., Mora, R., Ortíz, P. y Roldán, R	Santillana (MINEDUC)	2009
7° Básico	Madrid, K. y Sepúlveda, N	Santillana	2009
7° Básico	Espinoza, M	Grupo Editorial Norma (MINEDUC)	2008

Tabla N°1: Libros utilizados para el estudio de editoriales públicas y privadas

Las referencias para los textos fue realizada identificándolos con las iniciales de los autores. Así se identificaron como AFMPR, CHFGR, DMOR, E, MS, PCA. El número de imágenes analizadas se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N°2: Número de imágenes analizadas

Curso	Nomenclatura	Nº de páginas/% del libro	Nº de imágenes
8°	AFMPR	63/ 20,7%	76
8°	CHFGR	70/ 36,4%	58
7°	DMOR	34/ 17,8%	26
7°	E	67/ 31,4%	47
7°	MS	34/ 13,2%	31
8°	PCA	69/ 26,3 %	55
Total			293

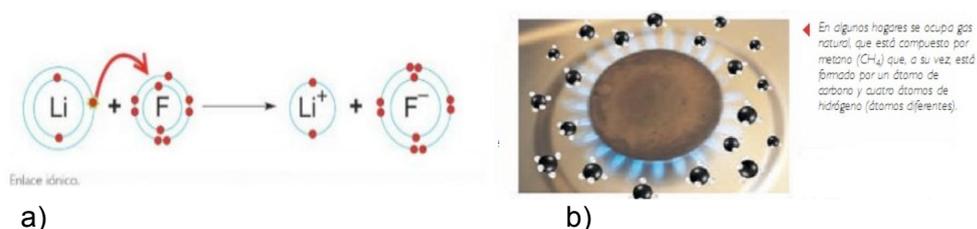
RESULTADOS

A continuación se detallan los resultados obtenidos a partir del análisis de los libros.

Criterio 1:

- Los libros escolares ponen especial énfasis en lo macroscópico y en menor instancia lo microscópico y simbólico.
- Se evidencia una bajo número de representaciones múltiples que integren al menos dos de los niveles. Respecto a esta categoría los libros DMOR y E presentan un mayor integración de lo macroscópico y simbólico, mientras que CHFGR y PCA integran en mayor grado lo macroscópico y microscópico.
- El libro que hace más uso de las representaciones híbridas con un 11,5% fue DMOR (figura 2).

Figura 2: Representaciones híbridas. a) Coexistencia de lo microscópico y simbólico. b) Coexistencia de lo microscópico y macroscópico.



Criterio 2:

- Los textos de estudio presentan un bajo número de caracterización de cada componente de las ilustraciones.
- Los textos PCA y AFMPR son los que fueron más explícitos en la caracterización de las figuras, estando totalmente ausente para el libro MS.
- Los textos AFMPR, MS y PCA, presentan sobre el 20% de imágenes con una interpretación implícita de los componentes de las ilustraciones.

Figura 3: Representación implícita del nivel microscópico de los estados de la materia.



Criterio 3:

- La mayoría de las imágenes se encuentran completamente relacionadas y unidas al texto. A excepción del libro MS, el cual presenta un menor porcentaje de imágenes completamente relacionada (25,8%).
- Solamente E presenta imágenes sin relación al texto, con un 3,2%.

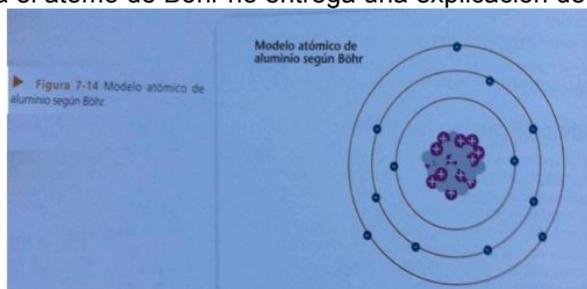
Figura 4: Representación macroscópica completamente relacionada con el texto y unida



Criterio 4:

- Los libros E y PCA son los que presentan mayor número de leyendas que acompañan a las imágenes (90%)
- El libro MS es el que presenta menor número de leyendas apropiadas, con tan solo 9,7%. Destacando además, la ausencia de leyendas en el 51,6% de sus figuras.
- Todos los libros presentan un alto número de leyendas que no son totalmente explícitas, las cuales superan el 30%.

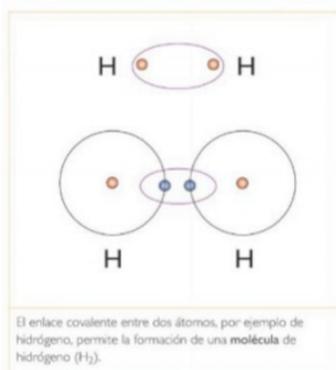
Figura 5: La leyenda para el átomo de Bohr no entrega una explicación de los distintos componentes



Criterio 5:

- La totalidad de los libros presenta limitada relación de las representaciones múltiples. Destacando solamente CHFGR con un 50% de ilustraciones que presentan alta correlación entre dos niveles de representación.
- Los textos E y MS son los que presentan el mayor número de ilustraciones con dos representaciones sin vinculación.

Figura 6: Representación múltiple e insuficientemente vinculada



Discusión y conclusiones preliminares

Según lo planteado por Johnstone, el nivel macroscópico es el primer nivel que debería conocer el estudiante para poder comprender la disciplina, seguido por el simbólico y finalmente el microscópico. No obstante, los libros de texto estudiados pasan por alto esta consideración, asumiendo que el estudiante es capaz de transitar entre los distintos niveles.

Los resultados dan cuenta de la importancia que da el texto al nivel macroscópico. Si bien esta tendencia permitiría que el estudiante reconociera los fenómenos químicos en su entorno, se ve limitada por el bajo número de representaciones simbólicas. Esto plantea una dificultad para el estudiante al momento de poder interpretar un fenómeno químico. Es muy probable que pueda reconocer los cambios de estado de la materia, pero tendrá dificultades para explicarlo en términos microscópicos, como el grado de agitación de las moléculas.

En consecuencia, los autores y diseñadores de textos de estudio debiesen hacer explícita la integración de los niveles, lo cual podría mejorar la calidad de los aprendizajes. Del mismo modo, es imprescindible revitalizar la idea de aprender a pensar con teoría y promover competencias de pensamiento científico que logren mejorar la calidad de los aprendizajes.

Agradecimientos. Este trabajo sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del Proyecto CONICYT-COLCIENCIAS PCCI130073 y FONDECYT 1105505 que dirige uno de los co-autores de esta comunicación. Agradecemos a las instituciones patrocinadoras de Chile y Colombia por la posibilidad de participar en la producción de esta comunicación y en el evento científico que ha permitido divulgarla.

REFERENCIAS

[1] Calvo, A., & Martín, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), 17-32.

- [2] Cuellar, L., Gallego, R., & Pérez, R. (2008). El modelo atómico de E. Rutherford. El saber científico al conocimiento escolar. *Enseñanza de las ciencias*, 26 (1), 43-52.
- [3] De Pro Bueno, A., Sánchez, G., & Valcárcel, M. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (2), 193-210.
- [4] Gillespie, R. (1997). Reforming the General Chemistry Textbook. *Journal of Chemical Education*, 74 (5), 484-485.
- [5] Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 5-14.
- [6] Jiménez, J., & Perales, J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 3-19.
- [7] Johnstone, A. (1993). The developing of Chemistry Teaching. A change response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70 (9), 701-705.
- [8] Perales, J., y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 369-386.
- [9] Quintanilla, M. (2014). Las competencias de pensamiento científico desde las “emociones, sonidos y voces” del aula. Santiago: Editorial Belaterra Ltda.
- [10] Treagust, D., Chittleborough, G., y Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and. *International Journal of Science Education*, 25 (11), 1353-1368.