

# EVOLUCIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LOS LIBROS DE TEXTO DE QUÍMICA ORGÁNICA DE NIVEL SUPERIOR

Andrea S. Farré

*Departamento de Química Orgánica. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.*

M. Gabriela Lorenzo

*Departamento de Química Orgánica. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. CONICET. Buenos Aires, Argentina.*

**RESUMEN:** Estudiamos el modo en que los libros de texto universitarios de Química Orgánica han comunicado y comunican la naturaleza de la ciencia. Analizamos las narrativas históricas y la forma en que se presenta la investigación química, encontrando que en cada una de ellas subyacen visiones diferentes. Seleccionamos dieciséis textos que cubrieron un período desde 1943 a 2008. En los libros más antiguos se empleó una narrativa histórica recurrente y una retórica cercana a la apodíctica comunicando una imagen de ciencia más cercana a las visiones epistemológicas actuales. Luego existió un cambio gradual, incluyéndose narrativas pseudo-históricas y retóricas casi magistrales, hasta la comunicación de la ciencia como verdades incuestionables. Más recientemente, probablemente por las recomendaciones realizadas desde la didáctica de las ciencias se retomaron visiones epistemológicas complejas.

**PALABRAS CLAVE:** Naturaleza de la Ciencia, Química Orgánica, Libros de texto, Universidad.

## OBJETIVOS

Nos proponemos estudiar la forma en que los libros de texto universitarios de Química Orgánica han comunicado y comunican la naturaleza de la ciencia, considerando las narrativas históricas y la presentación de la experimentación en la investigación química.

## MARCO TEÓRICO

Los primeros libros de texto de Química surgen hacia finales del 1800 debido al crecimiento de los saberes disciplinares y la necesidad de formación de recursos humanos especializados. Desde esa época hasta nuestros días, fueron compilando cada vez mayor cantidad de información, por lo que fueron alejándose cada vez más de los escenarios de investigación (Chamizo, 2007). Su importancia radica en el rol fundamental que tienen en la textualización del saber. Los textos utilizados en el nivel superior constituyen la primera transposición didáctica. En ellos, la complejidad del vocabulario es similar al utilizado en el

---

seno de la comunidad científica porque sus autores son los propios científicos y ejercen el control de los contenidos. Cada autor deconstruye el discurso científico y luego lo reconstruye en un texto propio (Bonan, 2009).

A cada texto subyacen aproximaciones que dependen principalmente de las concepciones del autor (Abd-El-Khalick, Waters y Le, 2008). Su postura sobre la naturaleza de la ciencia puede ser sostenida explícita o implícitamente a través de la selección lexical y de acuerdo con la forma en que presenta la información, incluyendo la gráfica. En este sentido, constituye un área de vacancia el estudio de la manera en que la naturaleza de la ciencia se representa en los libros de texto (Solaz-Portolez, 2010). Dentro de las estrategias documentadas para investigarla está el análisis del rol que juega la Historia de la disciplina y la forma en que se presenta experimentación.

Acercas de la Historia, es importante caracterizar el tipo de narrativa, ya que de ella depende la naturaleza de la ciencia comunicada. Una narrativa *pseudo-histórica*, que sobresimplifique y distorsione sucesos históricos, refuerza los estereotipos del sentido común, donde las ideas y teorías aparecen como inevitables y constituyéndose en una “*verdad objetiva*” (de Rezende y Silva, 2007). En el mismo sentido, en la *historia Whig o anacrónica*, se imponen al pasado los patrones del presente. Una historia con un carácter lineal, relacionada con la idea positivista de continuidad acumulativa del conocimiento científico. En contraposición se encuentra la *historia diacrónica* que estudia la ciencia del pasado en su propio contexto, aunque se trate de un ideal irrealizable. Un punto medio lo aporta la *historia recurrente*, que revela el modo en que los conceptos emergen unos de otros por una secuencia de correcciones o rectificaciones (Chamizo, 2007). Así, el tipo de narrativa presente en el texto permite dar cuenta de la naturaleza de la ciencia comunicada.

En el caso de la presentación de la experimentación en la investigación científica es importante conocer el rol que se le asigna al experimento en la construcción del texto didáctico. Es decir si el experimento contribuye a un modo de comunicación *afirmativo* o *problemático* (Izquierdo, Márquez y Gouvêa, 2006). En el primer caso se pueden encontrar dos tipos de retórica:

- *Apodíctica*: consistente en una narrativa autoritaria, donde los hechos se narran solos. Un habla objetiva que describe la verdad de un mundo diferente al que se llega a través de una experimentación cuidadosa.
- *Magistral*: que introduce la explicación científica a partir de hechos familiares al lector y no hace uso de la experimentación como modo de justificación, requiriendo de la imaginación para visualizar algo que nadie puede ver.

Cuando se comunica a la experimentación como *problemática*, se utilizan preguntas que sugieren sus respuestas y sirven para organizar el flujo de la información, y se muestra a la ciencia como un intento de solución de problemas accesibles para cualquiera.

Si bien la ciencia es un fenómeno social, lo que se evidenciaría por una multiplicidad de voces del discurso, no se ha mostrado esta forma de actividad científica en los libros de Química de la enseñanza media estadounidense (Abd-El-Khalick y otros, 2008). En el caso de los libros de Ciencias Naturales argentinos del nivel medio el discurso ajeno se hizo presente mediante citas parafraseadas principalmente en paratextos fuera de la explicación central (Tosi, 2010).

## METODOLOGÍA

Analizamos dieciséis libros de texto de Química Orgánica universitaria, en idioma castellano, recabados en diferentes bibliotecas de la Universidad de Buenos Aires (Figura 1). Estudiamos el tratamiento que hicieron de dos temas centrales en todo curso inicial de Química Orgánica: la estructura del benceno y su reactividad en el caso típico de la sustitución electrofílica aromática (SEA). Realizamos un

estudio comparativo, cualitativo, descriptivo e interpretativo de las páginas seleccionadas para poder detectar las modificaciones sufridas en la comunicación de la naturaleza de la ciencia.

Libro	Año de edición en castellano	Autor/es	Editor/ Editorial	Lugar de impresión	Páginas analizadas	
					Estructura del benceno y aromaticidad	Sustitución electrofílica aromática
L1	1943	Schlenk, W.	Ediciones Morata	Madrid	Tomo II, 1-7	Tomo II, 9-38
L2	1945	Karrer, P.	Marín	Barcelona	428-437	444-447
L3	1948	Fieser, L. y Fieser, M.	Atlante	México	513-524	554-568
L4	1960	Klages, F.	Editorial Reverté	Barcelona	Tomo I, 125-129	Tomo I, 135-139
L5	1966	Fieser, L. y Fieser, M.	Ediciones Grijalbo	Barcelona	1105-1123	1125-1148
L6	1969	Brewster, R. y McEwen, W.	Médico-Quirúrgica	Buenos Aires	539-547 y 573-574	551-564
L7	1976	Allinger, N., Cava, M., De Jongh, D., Johnson, C., Lebel, N. y Stevens, C.	Reverté	Buenos Aires	317-345 y 488-492	492-522
L8	1985	Morrison, R. y Boyd, R.	Fondo Educativo Interamericano	México	574-591	594-621
L9	1994	Mc Murry, J.	Grupo Editorial Iberoamérica	México	499-526	533-575
L10	1999	Carey, F.	Mc Graw Hill	Madrid	370-405	370-405
L11	2000	Fox, M. A. y Whitesell, J.	Pearson Education	México	64-71	541-581
L12	2004	Mc Murry, J.	Thomson	México	498-507	528-565
L13	2004	Wade, L. G.	Pearson Educación	Madrid	679-694	722-750
L14	2006	Carey, F.	Mc Graw Hill	México	432-472	482-511
L15	2008	Mc Murry, J.	Cengage Learning Editores S.A.	México	516-538	547-571
L16	2008	Bruice, P. Y.	Pearson Educación	México	287-311 y 640-651	653-697

Fig. 1. Libros analizados.

La dilucidación de la estructura del benceno generalmente se presenta con alguna introducción histórica, esto permitió analizar las narrativas de acuerdo con:

- La presencia/ausencia del enfoque histórico.
- El tipo de historia incluido.
- La selección lexical realizada para dar cuenta del avance y desarrollo científicos.
- La forma en que se presenta la construcción del conocimiento: trabajo colaborativo u obra de grandes genios.
- La información gráfica utilizada y las razones que justifican su uso.

---

Para la reactividad del benceno (SEA) analizamos la forma en que se presentó la experimentación, considerando:

- La retórica utilizada.
- La selección lexical realizada para dar cuenta del avance y desarrollo científicos.
- La multiplicidad de voces existente.
- La información gráfica y las razones que justifican el uso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Narrativas históricas

El enfoque histórico apareció en la mayoría de los textos analizados, aunque la importancia otorgada varió en los diferentes textos. Por ejemplo, en L4, L11, L12 y L15 resultó ser especialmente escueto y en L3 y L5 se dedicó un capítulo especial.

En todos los libros se juzgaron y reinterpretaron los sucesos del pasado. Sin embargo, pudo apreciarse también la aparición de controversias, siendo más evidentes de L1 a L3 ya que en ellos se planteaba un conocimiento en construcción. En L5, y en menor medida en L6 y L7 pudieron leerse los motivos del surgimiento de distintas hipótesis y la forma en que fueron refutadas, presentando una narrativa histórica recurrente.

A partir de la comparación con fuentes secundarias (Brush, 2009a y b), se detectaron desde L6 algunas distorsiones de los sucesos históricos, lo que fue especialmente notable en L8. Consecuentemente comenzaron a predominar elementos de la pseudo-historia. Son destacables L10 y L14, ya que realizaron una discusión sobre el rol que juega la creatividad en la ciencia.

En cuanto a la selección lexical realizada para describir el desarrollo y el avance de la ciencia, en general, los libros que presentaron un relato histórico breve (L11, L12 y L15) también lo comunicaron con nociones epistemológicas más pobres. Lo contrario también sucedió, L3 y L5 fueron los libros que mostraron imágenes más cercanas a las vigentes sobre el desarrollo científico.

En cuanto al tratamiento que se hizo de los diversos personajes que protagonizaron las narrativas históricas, L1 mostraba el trabajo colaborativo de los científicos, pero a partir de L2 empezó a aparecer Kekulé como figura preponderante. Su protagonismo fue sostenido con altibajos, destacándose en L8 en forma consistente con la pseudo-historia presentada por este libro. L3-L7, L10, L11, L13, L14 y L16, presentaron el trabajo de otros químicos. En tanto, en los libros escritos por Mc Murry, Kekulé pierde casi totalmente el protagonismo desapareciendo en las ediciones 2004 y 2008.

También cambiaron los tipos de fórmulas empleadas y las razones de inclusión (Figura 2). Disminuyeron su uso las relacionadas con el relato histórico y comenzaron a utilizarse múltiples representaciones de modelos consensuados (orbitales moleculares, modelos de bolas y varillas, mapa de potencial electrostático, entre otros).

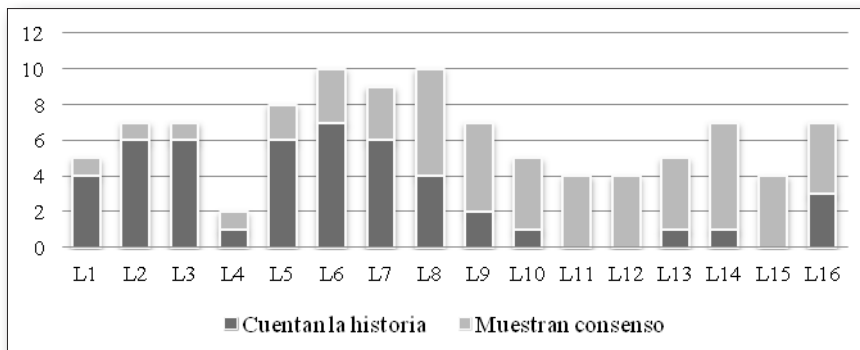


Fig. 2. Gráfico sobre el número de representaciones del benceno y la función que cumplieron en los libros de texto analizados.

### Presentación de la experimentación

En L1-L5 se empleó una retórica más cercana a la apodíctica, presentándose a la ciencia como algo que sucede en los laboratorios, aunque en ningún caso los hechos se narraban solos. Además, se partió de hechos significativos para los estudiantes, ya que el trabajo experimental resulta un ámbito cercano en la educación universitaria. Estos libros detallaron la metodología y los resultados obtenidos, así como su interpretación. Los experimentos, se transformaron en argumentos mediante los cuales se dio cuenta de los diferentes modelos del mecanismo de reacción.

En L6-L16 se presentó una retórica más cercana a la magistral recurriendo a la imaginación del lector, necesaria para visualizar el mundo submicroscópico. Sin embargo, no parten de hechos de la vida cotidiana, aunque en alguno de ellos se incluyeron datos significativos para un futuro profesional.

Analizando la selección lexical, los libros pudieron ser clasificados en tres períodos:

- Los conocimientos son provisionales (L1-L8): Se comunica una ciencia en la cual se plantean hipótesis que conducen a la experimentación que sirve principalmente para corroborarlas aunque pueden ser refutadas. Los resultados son interpretados desde los modelos o teorías preexistentes, infiriendo y concluyendo.
- Los conocimientos como verdades (L9-L12): Se presentan escasas referencias de los modos en que la ciencia se valida y el lugar que posee la experimentación.
- Los conocimientos consensuados (L13-L17): Se retoman algunos aspectos que se condicen con visiones actuales de la ciencia.

Al considerar la dimensión social de la ciencia, si bien en todos los libros se comunicó a la Química Orgánica como una actividad llevada a cabo por personas, solamente en los más antiguos se encontraron citas parafraseadas (L1-L5 y L8) o alguna sugerencia de ampliación de la información en una nota al pie (L6). En los otros textos solamente se mencionaron algunos científicos que participaron en la construcción de la ciencia. Además, en los paratextos verbales no se presentaron voces diferentes a la del autor.

Acerca de la información gráfica, también se evidenció un cambio en las distintas ediciones. En los libros más antiguos, se presentaron resultados de experimentación en tablas y gráficos cartesianos citando en algunos casos las fuentes. A partir de L7 las tablas e imágenes comenzaron a utilizarse también para resumir información. En L11, L13, L14 y L16 no se utilizaron tablas para presentar resultados y los mismos se incluyeron solamente debajo de las fórmulas. Además, a partir de L6 comenzaron a utilizarse diferentes tipos de representaciones que ayudan a la visualización de la reacción.

## La naturaleza de la ciencia comunicada

Tanto por la narrativa histórica utilizada como por la forma en que se comunica la experimentación, en general los libros más antiguos (L1-L5) comunicaron una imagen de ciencia más cercana a las visiones epistemológicas actuales. Existió un cambio gradual pasando por narrativas pseudo-históricas y retóricas casi magistrales (L6-L8), luego por la casi ausencia del relato histórico (L9-L12), para que finalmente continuando con las retóricas casi magistrales, se retomen formas de comunicar la ciencia con una naturaleza más compleja, quizás debido a las recomendaciones realizadas desde la didáctica de las ciencias (Figura 3), siendo algo distintivo de cada autor.

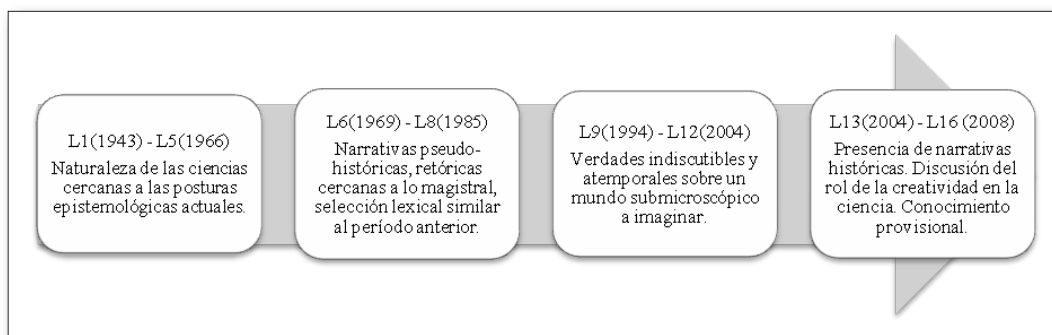


Fig. 3. Evolución de la naturaleza de la ciencia comunicada.

## CONCLUSIONES

Este trabajo muestra como al desandar los caminos que siguió la enseñanza en relación con el conocimiento a enseñar, facilita una mayor profundidad en la comprensión de la la forma en que se comunica la naturaleza de la ciencia. Comprensión particularmente necesaria para los docentes, quienes deberían guiar a sus estudiantes en la lectura de los libros de texto, que esconden mucho más de lo que un lector novel en la disciplina es capaz de detectar.

Así, reflexionar sobre la naturaleza de la ciencia en los libros de texto se convierte en una herramienta poderosa especialmente para la formación docente y la construcción del conocimiento didáctico del contenido, como también en un material de consulta valioso para los potenciales autores.

## AGRADECIMIENTOS

UBACYT B-20020100100010; CONICET- PIP (2010-2012): 11220090100028.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., Waters, M. y Le, A. (2008). Representations of Nature of Science in High School Chemistry Textbooks over the Past Four Decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (7), 835-855.
- Bonan, L. (2009). Análisis teórico sobre la primera transposición didáctica a través de la teoría de convección en el manto terrestre. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2204-2207. <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2204-2207.pdf>

- 
- Brush, S. (1999a). Dynamics of theory change in chemistry: Part 1. The benzene problem 1865-1945. *Studies in History and Philosophy of Science*, 30 (1), 21-79.
- Brush, S. (1999b). Dynamics of theory change in chemistry: Part 2. The benzene problem 1945-1980. *Studies in History and Philosophy of Science*, 30 (2), 263-302.
- Chamizo, J. (2007). Teaching Modern Chemistry through 'Recurrent Historical Teaching Models'. *Science & Education*, 16 (2), 197-216.
- de Rezende, C. y Silva, C. (2007). History and nature of science in brazilian physics textbooks: some findings and perspectives. *Ninth IHPST Group Conference*. <http://www.ucalgary.ca/ihpst07/proceedings/IHPST07%20papers/2122%20Silva.pdf>
- Izquierdo, M., Márquez, C. y Gouvêa, G. (2006). La función retórica de las narraciones experimentales en los libros de ciencias. Presentación de una pauta de análisis. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6 (2). <http://revistas.if.usp.br/rbpec/index>
- Solaz-Portolés, J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: Una revisión. *Educación XXI*, 13 (1), 65-80.
- Tosi, C. (2010). Argumentatividad y polifonía en libros escolares. Un análisis microdiscursivo en libros de texto argentinos. *Álabe*, 2. <http://www.ual.es/alabea>