



educación  
Química

[www.educacionquimica.info](http://www.educacionquimica.info)

educación  
Química

## REFLEXIÓN

# La cuarta revolución química (1945-1966). De las sustancias a las especies químicas

José Antonio Chamizo Guerrero\*

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

Recibido el 20 de marzo de 2017; aceptado el 19 de julio de 2017

### PALABRAS CLAVE

Revolución química;  
Instrumentos;  
Especies químicas;  
Sustancias;  
Espín

### KEYWORDS

Chemical revolution;  
Instruments;  
Chemical species;  
Substances;  
Spin

**Resumen** Para su enseñanza, se reconstruye la historia de la química alrededor de 5 momentos revolucionarios, presentándose aquí únicamente el cuarto de ellos. Incorporando los instrumentos que contribuyeron a su establecimiento y las subdisciplinas derivadas, además de los conceptos desarrollados, las revoluciones químicas se caracterizan en términos de la noción kuhniana de «ejemplar» y no de «paradigma». Se reconoce, más allá de un dogma, la forma en que se consolidan diferentes entidades «ocultas o escondidas» muy importantes en la enseñanza de la química, como los átomos, las moléculas, los electrones o en este caso el espín. Asimismo, se traza el paso de las sustancias a las especies químicas.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### The fourth chemical revolution (1945-1966). From substances to chemical species

**Abstract** With educational purposes, a new chronology is introduced to address the history of chemistry around five revolutionary moments, analysing in this article only the fourth of them. Each revolution is considered in terms of the Kuhnian notion of 'exemplar' rather than 'paradigm'. This approach enables the incorporation into the revolutionary process of the instruments that contributed to their establishment, as well as the concepts that were developed and the derived subdisciplines. It is recognized, beyond a dogma, the way in which several 'hidden entities' very important in the teaching of chemistry —such as atoms, molecules, electrons or, in this case, spin— are consolidated. It also traces the passage of the substances to the chemical species.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jchamizo@unam.mx](mailto:jchamizo@unam.mx)

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2017.07.001>

0187-893X/© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Cómo citar este artículo: Chamizo Guerrero, J.A. La cuarta revolución química (1945-1966). De las sustancias a las especies químicas. *Educación Química* (2017). <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2017.07.001>

## Antecedentes

El conocimiento científico (es) principalmente ... un producto humano, construido con recursos materiales y culturales localmente situados, en lugar de ser simplemente la revelación de un orden preestablecido en la naturaleza.

J. Golinski

A pesar de los avances en la enseñanza de la química en los últimos años, en general cuando la enseñamos, se sigue presentando únicamente el contenido científico, por lo que la interpretación de la enseñanza de las ciencias como «dogma» o como «retórica de conclusiones» propuesta hace muchos años por Schwab (1962) permanece<sup>1</sup>. Si las habilidades de pensamiento científico no se abordan ni en los cursos, ni en los laboratorios, ni en los libros de texto, no podemos asumir que nuestros estudiantes estén siendo preparados para realizar actividades de naturaleza científica (Chamizo e Izquierdo, 2007).

El propósito principal de este trabajo es continuar con el proyecto de mostrar cómo los profesores de química, utilizando la historia de la química, podrían enseñar química<sup>2</sup>. Lo anterior significa integrar algo más que una gran cantidad de nombres y fechas. Representa un difícil equilibrio entre la anecdótica simplificación excesiva, de muchos libros de texto, contra la profunda profesionalidad del historiador. Busca reconocer la forma en que se consolidan diferentes entidades importantes en la enseñanza de la química, como los átomos, las moléculas, los electrones o en este caso el espín. Por lo tanto, siguiendo la propuesta inicial de Jensen (1998a) se reconstruye la historia de la química alrededor de 5 momentos revolucionarios (tabla 1) (Chamizo, 2011; Chamizo, 2015). Estos momentos se consideran en términos de la noción kuhniana de «ejemplar»<sup>3</sup> y no de «paradigma» (Kuhn, 1971). Así, además de discutir únicamente conceptos, con esta aproximación se reconoce la incorporación de instrumentos (Holmes y Levere, 2000) y la aparición de subdisciplinas (Kuhn, 1992) en el proceso revolucionario, lo que proporciona una representación más adecuada de tales

<sup>1</sup> Por ejemplo, en la mayoría de los textos para la enseñanza de química se «introduce», apresurada y apretadamente, la entidad «átomo» sin apenas pruebas de su existencia, entidad que tomó más de un siglo (todo el XIX y principios del XX) para ser aceptada por la comunidad científica, contra la idea de algunos galardonados con el Premio Nobel (Chalmers, 2009).

<sup>2</sup> Hay muchas dificultades en la enseñanza de la historia de la química, Höttecke y Celestino-Silva (2011) han discutido 4 de ellas: habilidades didácticas de los maestros; sus creencias así como su conocimiento epistemológico; el marco institucional y la naturaleza de los libros de texto disponibles. Se han publicado artículos sobre 4 de las 5 revoluciones (Chamizo, 2011; Chamizo, 2014b; Chamizo, 2015; Chamizo, 2017), con el presente documento concluye, en lo fundamental, la primera etapa de este proyecto que consiste en precisar los periodos, los instrumentos, las subdisciplinas y las entidades asociadas.

<sup>3</sup> El término «ejemplar» indica una colección histórica de problemas específica, en la cual se considera el uso de instrumentos, resueltos por la comunidad y que se encuentra generalmente en su literatura profesional, especialmente en sus libros de texto. Es más estrecho que el de «paradigma» y evita algunas de las ambigüedades que este último adquirió a lo largo de los años.

periodos de desarrollo y consolidación (Chamizo, 2014b). La aproximación aquí presentada concuerda además con la idea de Chang (2011) de que las épocas históricas están marcadas por objetos epistémicos (entidades que identificamos como partes constitutivas de la realidad), así como por personas, instituciones o modelos.

## La cuarta revolución química (1945-1966)

La historia es lo que contamos hoy, con la información que tenemos de ayer.

C. Husbands

Algunos autores coinciden en reconocer un cambio fundamental en este periodo asignándole diferentes nombres como «revolución instrumental» (Morris, 2002) o «el nacimiento de la química moderna» (Klein, 2012), pero de acuerdo con la cronología aquí desarrollada se identifica como la cuarta revolución química.

Esta revolución se caracteriza fundamentalmente por la incorporación de nuevos instrumentos en las prácticas químicas al finalizar la Segunda Guerra Mundial, cuando el soviético Zavoisky publica el primer artículo donde se explica la resonancia paramagnética electrónica (tabla 2). Ese mismo año el presidente de la *National Science Foundation* de los Estados Unidos, Vannevar Bush, da a conocer el informe «Ciencia. La frontera infinita», en el que solicita de manera abierta que el gobierno federal financie la investigación de las ciencias en las universidades norteamericanas y apoye además a las empresas que habían provisto de materiales y equipamiento al ejército. Así, al integrarse nuevos instrumentos en los laboratorios químicos, estos cambiaron más que en los anteriores 300 años. Entre estos instrumentos cabe destacar: los espectrómetros de ultravioleta, visible e infrarrojo; los de cristalografía de rayos X y de electroforesis; los espectroscopios de masas (particularmente a partir de 1956) y, al poco tiempo, los más importantes de todos, los de resonancia magnética nuclear (RMN). Por otra parte, los cromatógrafos, e inclusive el rotavapor, ocuparon un lugar en las mesas de los laboratorios. Se crearon nuevas industrias de equipamiento siguiendo la lógica militar de la estandarización de las partes, lo que facilitó su consumo. Apareció una nueva subdisciplina, la química instrumental (Morris, 2002).

En este periodo también se empezaron a fabricar de manera masiva las computadoras y con ellas los programas que permitieron hacer «cálculos químicos», desde la incorporación del método teórico-computacional conocido como *Extended-Hückel*, hasta el desarrollo del método de funcionales de la densidad<sup>4</sup>. Todo lo anterior hizo que los químicos empezaran a pensar la estructura de la materia en términos de la mecánica cuántica, que por entonces abanderaba de manera admirable Pauling<sup>5</sup> y que terminaría consolidando

<sup>4</sup> Y que se empezó a utilizar de manera importante a partir de la quinta revolución química hasta nuestros días.

<sup>5</sup> Quien con J. C. Slater desarrollaría el modelo de los orbitales atómicos o de unión valencia.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/7564866>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/7564866>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)