

Benceno: la molécula que abrió la puerta a un universo de carbono aromático

Nazario Martín León

En este año 2025 se conmemora el descubrimiento del benceno, sin duda una de las moléculas más icónicas y fascinantes de la química. Este hallazgo fue realizado por Michael Faraday en 1825, cuando aisló por primera vez lo que llamó "bicarburo de hidrógeno" a partir del gas de alumbrado. Su trabajo fue presentado a la Royal Society of London el 16 de junio de ese año, en un artículo publicado en *Philosophical Transactions*.^[1]

Este acontecimiento ha generado, 200 años después, un gran interés en la comunidad científica, impulsado especialmente por la Royal Society of Chemistry, mediante la edición de un número temático especial en el que participan veinte de sus revistas, coordinado por el premio Nobel Ben Feringa y Nazario Martín, autor de un artículo de opinión sobre este bicentenario en la revista *Chemistry World*.^[2] La Real Sociedad Española de Química (RSEQ), a través de su editor general, el profesor Juan Casares, ha tenido la generosidad de permitirme actuar como editor invitado en este cuarto número de *Anales de Química de la RSEQ* que cierra el año y el singular acontecimiento del bicentenario del benceno. Así, nuestra Sociedad se suma también a esta iniciativa con una serie de artículos sobre el benceno y sus "herederos" escritos por científicos españoles de primerísimo nivel y especialistas en nanoestructuras de carbono. Así pues, en este número se abordan: hidrocarburos aromáticos policíclicos, nanografenos moleculares, grafeno y otras nanoestructuras de carbono generadas, formalmente, mediante la fusión de anillos de benceno. Además, se tratan conceptos avanzados como aromaticidad y anti-aromaticidad, y se destaca el uso de la microscopía de efecto túnel (STM/ncAFM) para visualizar y modificar, mediante reacciones sobre superficies metálicas, los sistemas aromáticos y poder "ver" estructuras cíclicas predichas desde el trabajo seminal de la teoría estructural de Kekulé publicado en 1865.^[3]

Un artículo dedicado al enfoque histórico de este hito científico nos permitirá descubrir de la mano de la Prof. Inés



Nazario Martín León.

Pellón, al menos conocido Faraday químico. En este año en el que a iniciativa de la UNESCO se conmemora el Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas (IYQ), se incluye un artículo sobre los primeros estudios de Linus Pauling donde la "mecánica cuántica" se aplicó a la molécula de benceno y, por extensión, cómo la mecánica cuántica moderna complementa nuestra comprensión del benceno y su legado.

Hoy día, el benceno forma parte esencial de estructuras más complejas que valorizan ámbitos tan diversos como salud, energía, materiales avanzados, electrónica, alimentación, colorantes o biotecnología. Esta molécula, tan pequeña e icónica, fue la puerta al extenso universo de compuestos aromáticos que han redefinido nuestra forma de vivir.

La convergencia del legado del benceno dio origen a los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH de las siglas en inglés), moléculas constituidas por anillos de benceno fusionados, cuya síntesis fue impulsada por pioneros como R. Scholl y E. Clar. Estos compuestos mantienen la estabilidad aromática del benceno gracias a la deslocalización electrónica, y presentan propiedades electrónicas y ópticas inéditas dependiendo de su tamaño y disposición. Si bien ejemplos históricos como naftaleno o antraceno datan del siglo XIX, el desarrollo de sistemas más grandes como el pentaceno, reveló comportamientos semiconductores sorprendentes.

La síntesis y estudio de estos PAH sentaron las bases de los nanografenos moleculares, que ahora permiten diseñar materiales con propiedades modulables: conductividad electrónica, fluorescencia, quiralidad o reactividad química, todo controlado con precisión molecular. Esta evolución representa la belleza de la química precisa, que sigue ampliando los límites de lo posible.

Más allá del laboratorio, el benceno está presente de forma directa o indirecta en un sinfín de productos cotidianos. Es la base de la industria petroquímica y un pilar en la producción

de plásticos, resinas, fibras sintéticas (como el nailon), detergentes, pesticidas, lubricantes, tintes y hasta medicamentos. Muchos de los colorantes que tiñen nuestras ropas, los envases de alimentos, los componentes electrónicos, las espumas aislantes, las pinturas y la gran mayoría de los fármacos que nos alivian o curan enfermedades, tienen su origen en derivados del benceno.

La molécula también está detrás de sustancias de enorme impacto económico y social, como el estireno (precursor del poliestireno), el fenol (usado para producir policarbonatos y epoxi) o la anilina (como azobenceno), base de colorantes y fármacos. En suma, el benceno es un pilar invisible pero omnipresente en la infraestructura de la vida moderna.

Paradójicamente, lo que convierte al benceno en un elemento tan útil —su reactividad y capacidad de formar nuevas moléculas— también lo hace peligroso para la salud. El benceno es tóxico y carcinógeno reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, Grupo 1). La exposición prolongada, especialmente en ambientes industriales, puede provocar anemia aplásica, daños en la médula ósea y leucemia. Incluso bajas concentraciones en el aire, típicas del tráfico urbano o del humo del tabaco, se consideran un riesgo para la salud a largo plazo. Por ello, las normativas internacionales han reducido drásticamente su uso en productos domésticos y se controla su presencia en combustibles, pinturas y disolventes. En este punto, es importante matizar que esta actividad teratogénica del benceno se refiere a la molécula original, y que la funcionalización química hace que se modifiquen sustancialmente las propiedades biológicas de las moléculas. Sin embargo, su legado químico sigue siendo esencial: sin benceno, gran parte de la industria química moderna simplemente no existiría.

En el excepcional legado del benceno, el grafeno representa la máxima expresión de la versatilidad del benceno: una lámina bidimensional de espesor atómico formada por anillos hexagonales de carbono fusionados. Sus propiedades —transparencia, robustez, flexibilidad y alta conductividad eléctrica— le hacen un material de carbono singular con propiedades excepcionales. Sin embargo, lo que hace ser realmente extraordinario a este primer material bidimensional (2D) obtenido por A. Geim y K. Novoselov por exfoliación física de grafito, y que

les valió el premio Nobel de física en 2010, es que permitió abrir un nuevo campo de estudio para la ciencia moderna, los materiales 2D, cuya existencia misma había sido negada previamente.^[4] Hoy estos materiales no solo se preparan a partir del carbono, sino que ya hay un elevado número de elementos químicos que, ya sea implicando uno solo o varios elementos químicos de la Tabla Periódica, han abierto el camino de los materiales bidimensionales cuyas aplicaciones prácticas son ya extraordinarias y cuyos límites son, aun, difícilmente imaginables. Como el benceno en su momento, el grafeno promete revolucionar no solo la ciencia sino, también, la sociedad misma con materiales con propiedades fascinantes.

El bicentenario del descubrimiento del benceno nos invita a celebrar el poder de la química para transformar ideas en realidades tangibles. Esta pequeña molécula, que hace dos siglos despertó la curiosidad de Faraday, ha abierto caminos insospechados en ciencia, tecnología y sociedad. Su legado no es solo el de un compuesto icónico, sino el de un auténtico motor de creatividad científica que sigue inspirando a nuevas generaciones de químicos a imaginar y construir un futuro lleno de posibilidades.

Bibliografía

- [1] M. Faraday, *Philos. Trans. R. Soc. London* **1825**, 115, 440-466, <https://doi.org/10.1098/rstl.1825.0022>.
- [2] N. Martín "Celebrating the molecule that changed the world", disponible en <https://www.chemistryworld.com/opinion/benzene-at-200/4021504.article>, **2025** (Consultado el 09/12/2025).
- [3] A. Kekulé, *Bull. Soc. Chim. Fr.* **1865**, 3, 98-110.
- [4] K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, A. A. Firsov, *Science* **2004**, 306, 666-669, <https://doi.org/10.1126/science.1102896>.

Nazario Martín León

Departamento de Química Orgánica, Universidad Complutense de Madrid
IMDEA Nanociencia

