

# Capítulo 5

## RMN libre de criogénicos

LEMUEL PÉREZ-PICASO, ROXANA MARTÍNEZ-PASCUAL, NELDA  
XANATH MARTÍNEZ-GALERO

Instituto de Química Aplicada, Universidad del Papaloapan, México

*Resumen:* Los espectrómetros de RMN de campo magnético bajo y de campo magnético alto configurados con imanes permanentes o solenoides libres de criogénicos, se han estado abriendo camino como una opción viable para su implementación en docencia e investigación en diversas ramas de la Química. El rápido crecimiento de este mercado se debe a la facilidad con la que se pueden obtener espectros de alta calidad desde fracciones de segundo a minutos y con un bajo costo de inversión. El acoplamiento de estos instrumentos a microrreactores de flujo continuo y su uso como sensores industriales ha permitido el monitoreo en tiempo real de procesos. La integración de experimentos de RMN con técnicas quimiométricas, ha conducido al desarrollo de espectrómetros adaptados a las necesidades de los procesos industriales utilizados en aplicaciones para análisis de alimentos, materiales, fármacos, metabolitos y en la exploración de pozos petroleros.

*Palabras clave:* espectrómetro de RMN de mesa, imán permanente, monitoreo de reacciones, sensores industriales.

### Espectrómetros de RMN libres de criogénicos

La resonancia magnética nuclear (RMN), es un método de análisis no destructivo muy versátil que ha revolucionado distintas áreas del conocimiento. En un contexto histórico, el desarrollo de la RMN descrito en los trabajos de Isidor Isaac Rabi en 1934, seguido por los investigadores Edward Purcell y Felix Bloch en 1946 (Abe y Contratto 2007; Giunta y Mainz 2020), ha dado un salto tecnológico impresionante con múltiples aplicaciones en Física, Química y recientemente en Medicina. En química, la RMN se ha empleado por varias décadas en el análisis y elucidación estructural de moléculas simples y complejas. Dado que la sensibilidad de la RMN es aproximadamente el cuadrado de la fuerza del campo magnético, se han desarrollado equipos con campos magnéticos cada vez más potentes para resolver problemas estructurales como la caracterización de macromoléculas. Sin embargo, los espectrómetros con imanes superconductores necesitan de personal especializado y de instalaciones con características técnicas específicas tales como, amplio espacio, temperatura y humedad controlada, piso libre de vibraciones, instalaciones para proveer aire seco y gas nitrógeno, etc. Además, su mantenimiento es muy elevado al necesitar criogénicos de manera periódica (Van Beek 2020). En los últimos años, el precio del helio líquido se ha incrementado debido al aumento en la demanda mundial. Tan solo en el 2018, el agotamiento de las reservas de helio condujo a un incremento del 135% de su valor comercial, provocando que los espectrómetros de campo magnético alto sean cada vez menos accesibles, incluso para los centros de investigación e industrias en países en desarrollo.

En la actualidad, una alternativa accesible es el uso de espectrómetros de RMN de mesa libres de criogénicos (42.5-100 MHz) que requieren de un mínimo de espacio en el laboratorio, sin condiciones especiales de instalación, de fácil operación y casi nulo mantenimiento (Van Beek 2020). Además, se han desarrollado equipos de campo magnético alto (200-400 MHz) basados en imanes solenoides libres de criogénicos que son una opción viable para centros analíticos especializados (Nguyen *et al.* 2013; Silva Elipe *et al.* 2018; Burns y Reynolds 2018).

La introducción del primer espectrómetro de RMN de mesa para fines educativos en el 2011, detonó un mercado en rápido ascenso, donde los equipos han presentado variaciones consistentes en la intensidad del campo magnético, tamaño, resolución, equipo técnico y costos (Zivkovic *et al.* 2017). En un cálculo realizado por separado por las empresas Bruker y Magritek, estiman que el número de equipos de mesa instalados a la fecha supera las 2000 unidades en todo el mundo