

# Mejorando la resolución de imágenes por resonancia magnética nuclear para estudiar microestructuras en tejidos y órganos

## Propuesta de tesis para la Maestría en Ciencias Físicas

**Lugar de trabajo:** Laboratorio de Espectroscopia e Imágenes por Resonancia Magnética Nuclear - Departamento de Física Médica - Centro Atómico Bariloche

**Director:** Dr. Gonzalo A. Alvarez (Física - CAB)

**Codirector:** Dra. Analia Zwick (Física – CAB)

**Colaboradores:** Dr. Jorge Jovicich (Universidad de Trento), Dr. Lucio Frydman (Instituto Weizmann, Israel), Dr. Noam Shemesh (Champalimaud Centre for the Unknown, Portugal).

**Orientación:** Física en Medicina y Biología

**Metodología:** Experimental y/o Teórica (según tu interés y vocación)

**Contacto:** gonzalo.alvarez@cab.cnea.gov.ar

La resonancia magnética nuclear es una poderosa herramienta para investigar estructuras de sistemas químicos y biológicos. Combinada con gradientes de campo magnético a dado lugar a la técnica de imágenes por resonancia magnética nuclear (MRI), una herramienta muy utilizada en exámenes médicos no invasivos. La sensibilidad de detección de espines nucleares, limita la resolución espacial de las imágenes a decenas de micrómetros en estudios preclínicos y a milímetros en estudios clínicos. Sin embargo, otras fuentes de información como las suministradas por procesos de difusión molecular restringida permiten extraer información morfológica llegando hasta escalas micrométricas y sub-micrométricas. Hemos desarrollado métodos que explotan la difusión, tanto isotrópica como anisotrópica, para detectar parámetros morfológicos en el rango de nm-mm [1-7]. Estos métodos por un lado explotan distribuciones de gradientes de campo magnético inducidos por cambios en la susceptibilidad magnética [3,5] y por otro, interferencias cuánticas generadas por reversiones en el tiempo inducidas con técnicas de MRI [1,2,8,9]. Estos métodos nos han permitido mejorar sustancialmente la sensibilidad para determinar tamaños de las cavidades donde ocurre la difusión molecular [1,2,4,6,7]. Esto nos permitió generar nuevos contrastes en imágenes basados en parámetros que definen distribuciones de tamaños poros y fibras en tejidos (e.j. cerebro o medula espinal) [4] y en parámetros que definen geometrías de las cavidades [5] (e.j. orientaciones de fibras en la medula espinal).

Esperamos que eventualmente estos métodos deriven en nuevas aplicaciones para el diagnóstico de enfermedades. Hasta el día de hoy, estos métodos han sido sólo implementados en equipos preclínicos, por lo que el objetivo de esta tesis es abrir el camino para aplicarlos en estudios de rutina en equipos clínicos. Para ello, se adaptarán y optimizarán estos métodos para utilizarlos en equipos de MRI clínicos. Se evaluará cuál es el rango de estructuras de interés médico que pueden determinarse con estos métodos en equipos clínicos, y eventualmente se utilizará esta información para desarrollar nuevos métodos para estudiar microestructuras de tejidos y órganos con fines específicos.

1 G. A. Álvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, Phys. Rev. Lett. **111**, 080404 (2013).

2 N. Shemesh, G. A. Álvarez, and L. Frydman, J. Magn. Reson. **237**, 49 (2013).

3 G. A. Álvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, J. Chem. Phys. **140**, 084205 (2014).

4 N. Shemesh, G. A. Álvarez, and L. Frydman, PLoS ONE **10**, e0133201 (2015).

5 G.A.Álvarez, N. Shemesh, and L. Frydman. En referato en Nature Sci. Rep. (2017). "Internal gradient distributions: A susceptibility-derived tensor delivering morphologies by magnetic resonance"

6 A. Zwick, G. A. Álvarez, and G. Kurizki, Phys. Rev. Applied **5**, 014007 (2016).

7 A. Zwick, G.A. Álvarez, and Gershon Kurizki. Phys. Rev. A **94**, 042122 (2016).

8 G. A. Álvarez and D. Suter, Phys. Rev. Lett. **107**, 230501 (2011).

9 D. Suter and G.A. Álvarez. Rev. Mod. Phys. **88**, 041001 (2016).