

# Sensores cuánticos en imágenes por resonancia magnética nuclear

## Propuesta de Tesis para la carrera de Magíster en Física Médica Instituto Balseiro – UNC-FUESMEN

**Tema:** Imágenes por Resonancia Magnética

**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. Lucio Frydman (Instituto Weizmann, Israel), Dr. Noam Shemesh (Champalimaud Centre for the Unknown, Portugal), Dr. Dieter Suter (Universidad de Dortmund, Alemania), Dr. Gershon Kurizki (Instituto Weizmann, Israel)

**Contacto:** [gonzalo.alvarez@cab.cnea.gov.ar](mailto:gonzalo.alvarez@cab.cnea.gov.ar)

**Aclaración:** Según interés y vocación, este trabajo se puede desarrollar en un marco teórico y/o experimental!

El desarrollo de tecnologías cuánticas es un campo de gran crecimiento e importancia actual. Propiedades específicas de sistemas cuánticos son explotadas para mejorar el desempeño de numerosas aplicaciones que requieren la transmisión, el proceso y/o monitoreo de la información cuántica. Estas tecnologías sirven en particular para desarrollar sensores a escalas moleculares, nanométricas y micrométricas de procesos físicos, químicos y biológicos con fuertes aplicaciones en el ámbito médico. El gran desafío a afrontar para el desarrollo de estas nuevas tecnologías es que los sistemas cuánticos son muy sensibles al medioambiente con el cual inevitablemente interactúan [1]. Sin embargo, esta misma interacción con el ambiente puede ser utilizada como una herramienta si es controlada de forma adecuada tanto para el monitoreo del ambiente [2-4] o como proceso de control para hacerlo más robusto o eficiente [5-6].

Con esta tesis se contribuirá al desarrollo de estas nuevas tecnologías cuánticas en el ámbito médico basado en espectroscopia e imágenes por resonancia magnética nuclear a través de la explotación y desarrollos de conceptos fundamentales de la mecánica cuántica. Se combinarán técnicas de control cuántico utilizadas en resonancia magnética con herramientas de teoría de la información cuántica [4,7], para desarrollar métodos para utilizar espines nucleares o electrónicos como sensores cuánticos para caracterizar su entorno a escalas moleculares, nanométricas y micrométricas [2-5,7-12]. El objetivo principal es extraer y controlar información de utilidad para monitorear una gran variedad de procesos a estas escalas que tanto en el corto, como en el largo plazo produzcan nuevos métodos no invasivos para el diagnóstico y estudio de enfermedades y de procesos biológicos en animales y seres humanos. Sensores cuánticos en estos casos pueden ser los espines nucleares de moléculas intrínsecas a sistemas biológicos (ej. protones del agua), o dispositivos nanométricos que son inyectados o puestos en contacto con sistemas biológicos.

- 1 D. Suter and G.A. Álvarez. [Rev. Mod. Phys.](#) **88**, 041001 (2016).
- 2 G. A. Álvarez and D. Suter, [Phys. Rev. Lett.](#) **107**, 230501 (2011).
- 3 G. A. Álvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, [Phys. Rev. Lett.](#) **111**, 080404 (2013).
- 4 A. Zwick, G. A. Álvarez, and G. Kurizki, [Phys. Rev. Applied](#) **5**, 014007 (2016).
- 5 C. O. Bretschneider, G. A. Álvarez, G. Kurizki, and L. Frydman, [Phys. Rev. Lett.](#) **108**, 140403 (2012).
- 6 G. A. Álvarez, C. O. Bretschneider, R. Fischer, P. London, H. Kanda, S. Onoda, J. Isoya, D. Gershoni, and L. Frydman, [Nat. Commun.](#) **6**, 8456 (2015).
- 7 A. Zwick, G.A. Álvarez, and Gershon Kurizki. [Phys. Rev. A](#) **94**, 042122 (2016).
- 8 N. Shemesh, G. A. Álvarez, and L. Frydman, [J. Magn. Reson.](#) **237**, 49 (2013).
- 9 G. A. Álvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, [J. Chem. Phys.](#) **140**, 084205 (2014).
- 10 N. Shemesh, G. A. Álvarez, and L. Frydman, [PLoS ONE](#) **10**, e0133201 (2015).
- 11 G. A. Álvarez and D. Suter, [Phys. Rev. Lett.](#) **104**, 230403 (2010).
- 12 G. A. Álvarez, D. Suter, and R. Kaiser, [Science](#) **349**, 846 (2015).