

PROPUESTA DE TESIS DE MAESTRÍA EN CIENCIAS FÍSICAS

DATOS GENERALES DE LA PROPUESTA

Título de la propuesta: **Optimizando sensores cuánticos para la estimación multiparamétrica**

Apellido y Nombres del director: **Analia Zwick**

Teléfono: **3517610728**

Dirección electrónica del director (ingresar una sola dirección): **analia.zwick@gmail.com**

Cargo IB: **JTP jefe de trabajo practico**

¿Propone codirector? : **SÍ**

Datos Co-director: **Gonzalo A. Alvarez**

Dirección electrónica del codirector (ingresar una sola dirección): **gonzalo.a.alvarez@gmail.com**

Título máximo alcanzado del codirector (Doctor, Magister, otros) : **doctor**

Cargo docente del codirector en el IB (no excluyente): **Profesor Adjunto**

Justifique brevemente el rol del Codirector: **En la tesis contrastaremos los resultados teóricos con métodos adaptativos de medición, novedosos y relevantes para el diseño e implementación experimental. Se desarrollará el algoritmo adaptativo para implementar experimentalmente en el equipo de resonancia magnética nuclear (RMN) Bruker 9T. El Dr. Gonzalo A. Alvarez lidera el laboratorio de RMN y es experto en estas técnicas experimentales y es esencial su codirección para llevar adelante la implementación experimental.**

Lugar de realización: **Laboratorio de Espectroscopia e Imágenes por Resonancia Magnética Nuclear, Departamento de Física Médica**

DETALLE TÉCNICO DE LA PROPUESTA

Orientación:

Física en Medicina y Biología

Física Tecnológica

Sistemas Complejos

Breve descripción: **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 por ejemplo para simular sistemas cuánticos, para hacer cálculos complejos de forma más rápida que con las computadoras clásicas convencionales o para usarlos como sensores a escalas moleculares, nanométricas y micrométricas con fuertes aplicaciones en el ámbito físico, químico, biológico y 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]. Estas interacciones degradan las propiedades cuánticas indispensables para estas nuevas tecnologías, como las coherencias o el entrelazamiento cuántico. 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 ó eficiente [5-6]. Es entonces esencial controlar la interacción entre el dispositivo y su medio ambiente, para suprimir los efectos indeseados del ambiente, mientras que la interacción necesaria para que los dispositivos funcionen de

la forma deseada se mantenga.

Con esta tesis se contribuirá al desarrollo de sensores cuánticos robustos y optimizados para estimar múltiples parámetros que caracterizan procesos biofísicos a escalas nanométricas. Se combinarán técnicas de control dinámico cuántico con herramientas de teoría de la información cuántica [4,7-10] para maximizar la precisión en la estimación en aplicaciones de imágenes por resonancia [2-5,7-18]. Se contrastarán los resultados teóricos con métodos adaptativos de medición, novedosos y relevantes para el diseño e implementación experimental. Se desarrollará el algoritmo adaptativo para implementar experimentalmente en el equipo de resonancia magnética nuclear Bruker 9T. Con este protocolo se controlará los espines nucleares que actúan como sensores cuánticos y la adquisición de la señal resultante de sus oscilaciones, de forma automática y adaptativa a tiempo real. El resultado será generar entonces un método optimizado para reducir el tiempo de adquisición de una imagen cuantitativa por MRI con aprendizaje automático.

Referencias:

- 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 A. Zwick, D. Suter, G. Kurizki, G. A. Álvarez, *Phys. Rev. Applied* 14, 024088 (2020).
- 9 M. Kuffer, A. Zwick and G. A. Álvarez. *PRX Quantum* 3, 020321 (2022).
- 10 B. Ronchi, A. Zwick and G. A. Álvarez, Maximizing information obtainable by quantum sensors with the Quantum Zeno Effect. To be submitted.
- 11 M. Capiglionni, A. Zwick, P. Jiménez and G. A. Álvarez, *Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med.* 29, 2036 (2021).
- 12 M. Giménez, P. Jiménez, L. Pedraza, D. Betancourth, A. Zwick, and G. A. Álvarez, *Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med.* 29, 3418 (2021).
- 13 M. Capiglionni, A. Zwick, P. Jiménez and G. A. Álvarez, *Phys. Rev. Applied* 15, 014045 (2021).
- 14 N. Shemesh, G. A. Álvarez, and L. Frydman, *J. Magn. Reson.* 237, 49 (2013).
- 15 G. A. Álvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, *J. Chem. Phys.* 140, 084205 (2014).
- 16 N. Shemesh, G. A. Álvarez, and L. Frydman, *PLoS ONE* 10, e0133201 (2015).
- 17 G. A. Álvarez and D. Suter, *Phys. Rev. Lett.* 104, 230403 (2010).
- 18 G. A. Álvarez, D. Suter, and R. Kaiser, *Science* 349, 846 (2015).

Metodología principal: **Teórico**

Metodología secundaria: **Experimental**

Información adicional:

¿Propone que el tema sea considerado para suplemento de beca por tema prioritario? **NO**

Justifique por qué su propuesta debe ser considerada como tema prioritario:

Indique Gerente o Jefe de Departamento que avala su petición: