



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

<b>Tutor/a:</b>	Michalis Skotiniotis
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Electromagnetismo y Física Materia: Física de la Materia Condensada
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:mksotiniotis@onsager.ugr.es">mksotiniotis@onsager.ugr.es</a>
<b>Cotutor/a:</b>	Daniel Manzano Diosdado
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Electromagnetismo y Física Materia: Física de la Materia Condensada
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:dmanzano@ugr.es">dmanzano@ugr.es</a>

<b>Título del Trabajo:</b>	Quantum effects in Magnetoreception.						
<b>Tipología del Trabajo:</b> (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	<table><tr><td>1. Revisión bibliográfica</td><td>4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio</td></tr><tr><td>2. Estudio de casos teórico-prácticos</td><td>X 5. Elaboración de un proyecto</td></tr><tr><td>3. Trabajos experimentales</td><td>6. Trabajo relacionado con prácticas externas</td></tr></table> <p>(Marcar con X)</p>	1. Revisión bibliográfica	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	2. Estudio de casos teórico-prácticos	X 5. Elaboración de un proyecto	3. Trabajos experimentales	6. Trabajo relacionado con prácticas externas
1. Revisión bibliográfica	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio						
2. Estudio de casos teórico-prácticos	X 5. Elaboración de un proyecto						
3. Trabajos experimentales	6. Trabajo relacionado con prácticas externas						

almartin@ugr.es

Campus Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva s/n  
18071 Granada  
Tfno. +34-958242736

Comisión Docente de Físicas  
Facultad de Ciencias



### **Breve descripción del trabajo:**

How do migratory birds know to fly north? It turns out that birds have an internal biochemical compass based on magnetically sensitive free radical reactions [1,2]. Astonishingly such chemical Magnetoreception appears to be extremely sensitive since as the Earth's magnetic field is of the order of tens of micro Tesla, far smaller than ambient magnetic noise due to electromagnetic waves used for telecommunication and radar. To explain this increased sensitivity it has been proposed that biochemical Magnetoreception must exploit quantum mechanical effects—such as quantum entanglement—which are known to yield ultra high sensitivity in magnetic field sensing [3].

Yet exactly how such quantum effects can come about—particularly in a hot and noisy environment such as a bird's brain—is still not well understood. Several phenomenological models have been proposed [4,5]. In this work you will employ a simplified model of the most prominent models for the dynamics of the radical pair mechanism and study their quantum coherence and entanglement generating properties within the context of quantum statistical inference and quantum resource theories

### **Objetivos planteados:**

1. Develop analytical and numerical techniques for obtaining the dynamical super map (also known as the quantum channel) describing two phenomenological models for the radical pair mechanism
2. Apply tools and techniques from quantum statistical inference (Quantum Fisher Information) and the resource theory of quantum reference frames to quantify the quantum coherence generating power of these phenomenological models

### **Metodología:**

The project will make use of both analytical and computational techniques. The analytical techniques involve

1. Open Quantum Systems
2. Quantum Resource theory of asymmetry and coherence

Numerical techniques involve implementing the open system dynamics of Magnetoreception (either MATLAB or Python)

### **Bibliografía:**

- [1] I. K. Kominis. [Modern Physics Letters B, 29 \(Supplement 1\), 1530013](#) (2015)
- [2] P. J. Hore, and H. Mouritsen. [Annual Review of Biophysics, 45, 299-344](#) (2016)
- [3] W. Wasilewski, *et al.*, [Physical Review Letters, 104, 133601](#) (2010)
- [4] O. Efimova, & P. J. Hore. [Biophysical Journal, 94, 1565-1574](#), (2008)
- [5] I. K. Kominis. [arXiv:1009.2809](#) (2010)



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

*A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG*

*Alumno/a propuesto/a:* Angela Hidalgo Valverde

Granada, 8 de Mayo 2023

Sello del Departamento

*almartin@ugr.es*

**Comisión Docente de Físicas**  
Facultad de Ciencias

*Campus Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva s/n  
18071 Granada  
Tfno. +34-958242736*