

Plan de Formación del Personal Beneficiario del Contrato Predoctoral

1. Programa de Actividades de Formación

El candidato se matriculará en el programa de doctorado de la Universitat de les Illes Balears. El programa ofrece un entrenamiento científico académico y profesional de primer nivel, haciendo hincapié en la capacidad de afrontar y resolver problemas y en la capacidad para hacer contribuciones originales al conocimiento en varios campos de la física.

Además, el instituto de acogida (IFISC) constituye un entorno rico y estimulante para el aprendizaje y entrenamiento de científicos jóvenes, con un programa de seminarios semanales generales y temáticos, invitados internacionales de alto prestigio, participación en conferencias y actividades de divulgación científica.

Todas las fases del trabajo que caracterizan el proceso de investigación científica se realizarán bajo la supervisión del Dr. Gonzalo Manzano y el Dr. Juan Fernández-Gracia, desde la formulación de los problemas hasta la presentación de los resultados y la publicación en revistas científicas ISI.

1.1 Plan de trabajo (PT)

El plan de trabajo está estructurado en torno a 4 ejes, que coinciden con los objetivos del proyecto científico-técnico que serán desarrollados acorde al cronograma de actividades del punto 2.

PT.1 Familiarización con el formalismo y las herramientas básicas de la termodinámica estocástica.

Estudio de los teoremas de fluctuación y las relación de incertidumbre termodinámica y cinética en entornos genéricos de equilibrio y no-equilibrio, aplicando diversos niveles de “coarse-graining” tanto en el espacio de estados como en las escalas temporales en las que los procesos se desarrollan. Estudio del formalismo de Martingalas y su aplicación a procesos “first-passage times”.

PT.2 Modelización de procesos de movilidad urbana utilizando procesos estocásticos y familiarización con los trabajos previos de movilidad en el ámbito de los sistemas complejos socio-tecnológicos. Aprendizaje de técnicas complementarias para el estudio de estos procesos de movilidad utilizando la teoría de redes complejas y los procesos de transporte en redes complejas.

PT.3 Aplicación de los métodos aprendidos en PT.1 para la inferencia termodinámica en los procesos de movilidad urbana basados en los modelos estudiados en PT.2 y análisis de datos reales de movilidad urbana utilizando estos últimos. Estimación de los costes energéticos, la disipación y la irreversibilidad de los procesos, comparando con datos de los consumos reales de energía. Desarrollo y análisis de propuestas urbanas para la reducción de la disipación y los costes energéticos.

PT.4 Extensión del estudio de movilidad a redes de transporte global más generales como el abastecimiento de mercancías o el transporte de pasajeros por rutas aéreas, terrestres y marítimas. Desarrollo y análisis de propuestas para la reducción de la disipación y los costes energéticos en ámbitos globales.

1.2 Reuniones con los directores de tesis y trabajo individual (RD)

Se realizarán reuniones semanales con los directores de tesis para conceptualizar, desarrollar y discutir resultados y enfoques en la investigación. A través de estas reuniones no sólo se persigue el seguimiento de los avances del estudiante, sino que se pretende transmitir el conocimiento de los directores de tesis.

Además el candidato realizará las siguientes actividades de trabajo individual:

- Lectura regular de la literatura para estar al tanto del estado del arte sobre los temas estudiados (arxiv, revistas relevantes) y discusiones con otros investigadores durante visitas y conferencias.
- Modelado y cálculos analíticos y numéricos, asistidos por los miembros senior del equipo: selección de enfoques apropiados, trabajo individual de cálculos y primer análisis de resultados, discusiones con los directores.

1.3 Cursos Teóricos

- **Actividades formativas de la escuela de doctorado de la UIB (ED):** Cada curso la Universidad de las Islas Baleares organiza cursos gratuitos para los estudiantes de doctorado (https://eddoctorat.uib.es/es/Gestio_Doctorands/Activitats_Formatives/), en los cuáles se trabajan competencias transversales para científicos, entre los cuales destacan:
 - Comunicación científica oral y escrita en inglés.
 - Técnicas de búsqueda bibliográfica.
- **Escuelas de verano (EV):** El doctorando atenderá a las escuelas de verano de física estadística organizados anualmente por el grupo de estudio de física estadística (GEFENOL) de la real sociedad española de física (<https://school2023.gefenol.es/>). Asimismo se valorará la participación en otras escuelas internacionales más específicas en los temas de la tesis doctoral.

1.4 Asistencia a seminarios, conferencias y talleres

- **Seminarios (S):** El investigador predoctoral asistirá a los seminarios semanales que tienen lugar en el IFISC. A través de éstos adquirirá amplios conocimientos en el campo de los sistemas complejos y participará de discusiones científicas avanzadas en un ambiente interdisciplinar e internacional, debido al gran número de científicos internacionales de gran prestigio que visitan el IFISC regularmente. (<https://ifisc.uib-csic.es/en/events/seminars/>). Además, deberá ofrecer al menos 2 de estos seminarios a lo largo del doctorado en los que exponga los resultados de la investigación realizada.
- **Socio-meetings (SM):** Asistirá a reuniones bisemanales de la comunidad del IFISC interesada en el área de la sociofísica.
- **Conferencias, congresos y talleres (C):** El investigador predoctoral asistirá a conferencias y talleres, tanto nacionales como internacionales, al menos **uno al año**. Inicialmente acudirá a estos eventos como asistente para ganar una comprensión global sobre los trabajos que

se están desarrollando en el área de la física estadística y los sistemas complejos. Más adelante asistirá presentando trabajo propio, bien en forma de poster, bien en forma de comunicación oral. Entre otros posibles congresos y talleres se considerarán: FisEs (nacional), COMSOTEC (nacional), statphys (internacional) o CCS (internacional).

1.5 Estancia de investigación (EI)

El investigador predoctoral realizará una estancia de investigación de una duración de al menos 3 meses en un grupo externo al IFISC, todavía por concretar. Se valorará la posibilidad de realizar la estancia en grupos líderes en estudios de movilidad a nivel Europeo como el grupo del Dr. Javier Borge-Holthoefer (COSIN3@IN3-UOC), o enfocada en aplicaciones de termodinámica estocástica en sistemas complejos en el instituto de Santa Fe, New Mexico (USA) con la colaboración de David Wolpert, experto mundial en termodinámica estocástica y actual colaborador de Gonzalo Manzano. Otras posibilidades incluirían el Complexity Science Hub de Vienna.

1.6 Escritura de informes y artículos (EA)

Preparación regular de informes internos que se utilizarán como base para artículos, que se publicarán posteriormente en revistas científicas ISI.

Los resultados de la investigación obtenidos a lo largo de la tesis doctoral están planeados para ser publicados en revistas interdisciplinarias de primer nivel como Nature Communications, Proceedings of the Natural Academy of Sciences (PNAS), Physical Review X, Physical Review Letters, Sci. Post o en revistas más especializadas como New Journal of Physics, Physical Review E o Chaos.

1.7 Actividades Complementarias (AC)

Participación en actividades de divulgación científica organizadas por IFISC o con su participación como por ejemplo la Feria de la Ciencia de Inca, la Noche Europea de los Investigadores o Pint of Science.

Por otro lado, se espera la participación anual del candidato en la llamada “Poster party” organizada por los estudiantes de doctorado IFISC cada año donde todos los jóvenes científicos presentan un póster con los resultados de su investigación y se otorgan premios a los mejores pósters.

2. Cronograma de las Actividades

Las actividades formativas serán distribuidas a lo largo de los cuatro años de doctorado acorde al siguiente cronograma:

	T1.1	T1.2	T1.3	T1.4	T2.1	T2.2	T2.3	T2.4	T3.1	T3.2	T3.3	T3.4
PT1												
PT2												
PT3												
PT4												

RD												
ED												
EV												
S												
SM												
C												
EI												
ET												

Leyenda:

PT - Plan de trabajo

RD - Reuniones con los directores y trabajo individual

ED - Actividades de la Escuela de Doctrado de la UIB

EV - Escuelas de Verano

S - Seminarios semanales

SM - Socio-meetings

C - Conferencias, congresos y talleres

EI - Estancia de investigación

ET - Escritura de la tesis

3. Plan de Seguimiento

Aparte de las reuniones semanales para conceptualizar, desarrollar y discutir resultados y enfoques en la investigación con los directores de la tesis, se plantean los siguientes elementos para realizar un plan de seguimiento del candidato que permita la consecución de los objetivos del proyecto de investigación propuesto en un plazo adecuado.

3.1 Informe Semestral

El investigador predoctoral redactará un informe semestral sobre las actividades realizadas, los logros obtenidos y los desafíos enfrentados.

3.2 Evaluación Anual

Una evaluación formal anual con el director de tesis y, si es posible, con otro investigador senior del instituto para discutir el progreso general y recibir retroalimentación.

3.3 Ajustes al Plan

Basándose en la retroalimentación y en las necesidades cambiantes del proyecto, se podrán hacer ajustes al plan de formación.