



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Caos y física estadística en sistemas cuánticos
Title:	Chaos and statistical physics in quantum systems
Tutor/es:	Armando Relano Pérez
E-mail tutor/es:	armando.relano@fis.ucm.es
Número de plazas	4
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El caos tiene una definición matemática precisa y una fenomenología característica en sistemas clásicos.

Sin embargo, sus manifestaciones en el ámbito cuántico no son tan fáciles de identificar, debido a la linealidad de la ecuación de Schrödinger.

La fundamentación de la física estadística cuántica sufre un problema similar. Uno de los cimientos de la física estadística clásica es la hipótesis ergódica, que se cumple en sistemas altamente caóticos. Por ese motivo, dada la dificultad de definir y caracterizar el caos en física cuántica, la física estadística y la termodinámica cuánticas no están tan sólidamente fundamentadas como sus versiones clásicas.

El objetivo fundamental de este trabajo es que la/el estudiante aborde uno de estos temas (o también la relación entre ellos) y profundice en una de las líneas de trabajo que se listan a continuación:

- 1.- Manifestaciones del caos en el espectro de energías y las funciones de onda.
- 2.- Caos en la transición de la mecánica cuántica a la mecánica clásica.
- 3.- Estados estacionarios y caos en sistemas cuánticos abiertos.
- 4.- Relación entre el caos y la física estadística cuántica.
- 5.- Procesos de no equilibrio en sistemas cuánticos.

6.- Transiciones de fase cuánticas.

7.- Termalización en sistemas cuánticos con ruptura de simetría.

El trabajo en cualquiera de estas líneas parte de los conocimientos adquiridos en asignaturas como Física Cuántica I y II, y Física Estadística. Para alguna de ellas sería de ayuda que la/el estudiante estuviera cursando o hubiera cursado algunas de las optativas ofertadas en tercero y cuarto, como Mecánica Cuántica, Mecánica Teórica o Transiciones de Fase.

Todas las líneas ofertadas permiten orientar el Trabajo de Fin de Grado, bien como un trabajo bibliográfico, bien como un trabajo en el que la/el estudiante realizará sus propias simulaciones numéricas. Para esta segunda posibilidad, sería de ayuda que la/el estudiante estuviera familiarizado con algún tipo de lenguaje y/o software científico (Python, Matlab, C, Fortran, etc.).

Metodología:

En todos los casos, se deberá elegir una de las posibles líneas listadas en el apartado anterior y revisar su bibliografía básica, con el fin de entender el problema y su estado actual. Después, en función de la orientación que se le quiera dar al trabajo, la metodología podrá consistir en:

1.- Realizar una búsqueda bibliográfica más detallada para profundizar en aspectos concretos de la línea elegida.

2.- Llevar a cabo simulaciones numéricas en un sistema físico sencillo.

Todas estas tareas serán tutorizadas. La/el estudiante discutirá sus resultados, explicaciones y conclusiones con el tutor, con el fin de que se familiarice con el método de trabajo típico de la investigación.

Bibliografía:

Se dan unas pocas referencias generales. En función del tema concreto de trabajo, el tutor proporcionará referencias más específicas. Además, si su trabajo es de naturaleza bibliográfica, el estudiante realizará por su cuenta una búsqueda más detallada.

1.- A. Relaño, Caracterización del caos cuántico mediante series temporales, tesis doctoral, UCM (2004).

2.- M. Rigol, V. Dunjko, and M. Olshanii, Thermalization and its mechanism for generic isolated quantum systems, Nature 452, 854 (2008); arXiv: 0708.1324.

3.- L. D'Alessio, Y. Kafri, A. Polkovnikov, and M. Rigol, From quantum chaos and eigenstate thermalization to statistical mechanics and thermodynamics, Advances in Physics 65, 239 (2016); arXiv: 1509.06411.

4.- J. Gemmer, M. Michel, and G. Mahler, Quantum thermodynamics, Emergence of

thermodynamic behavior within composite quantum systems, Lect. Notes Phys. 657 (Springer, Berlin Heidelberg 2005).

5.-A. Polkovnikov, K. Sengupta, A. Silva, and M. Venalattore, Colloquium: Nonequilibrium dynamics of closed interacting quantum systems, Review of Modern Physics 83, 863 (2011).

6.-M. Vojta, Quantum phase transitions, Reports on Progress in Physics. 66, 2069 (2003); arXiv:cond-mat/0309604.

7.-W. H. Zurek. "Decoherence, Chaos, Quantum-Classical Correspondence, and the Algorithmic Arrow of Time", Physica Scripta T76, 186 (1998); arXiv:quant-ph/9802054

8.-D. Manzano, A short introduction to the Lindblad master equation, AIP Advances 10, 025106 (2020); arXiv:1906.04478.

9.- J. M. Deutsch, Eigenstate thermalization hypothesis, arXiv:1805.01616 (2018).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Conductividad térmica en polímeros
Title:	Thermal conductivity in polymers
Tutor/es:	Vicenta María Barragán García
E-mail tutor/es:	vmabarra@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo general es estudiar la conductividad térmica en materiales poliméricos, analizando los mecanismos físicos que la gobiernan y, opcionalmente, explorar la utilización del método de Lee para su caracterización.

El desarrollo experimental basado en el método de Lee será opcional y podrá ser implementado en función del perfil del estudiante.

Metodología:

El trabajo se desarrollará principalmente a partir de una revisión bibliográfica y un análisis teórico de la conductividad térmica en polímeros y del método de Lee como técnica de caracterización.

En primer lugar, se realizará una revisión del estado del arte sobre la conductividad térmica en materiales poliméricos, prestando especial atención a los mecanismos de transferencia de calor en sólidos y a la influencia de la estructura molecular en las propiedades térmicas.

A continuación, se estudiará en detalle el método de Lee, analizando sus fundamentos físicos, la formulación teórica en la que se basa y las hipótesis necesarias para su correcta aplicación en la medida de la conductividad térmica.

Finalmente, se contempla la posibilidad de poner a punto un dispositivo experimental basado en el método de Lee, con el objetivo de explorar su aplicación en la caracterización de materiales poliméricos en forma de láminas delgadas.

Bibliografía:

- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S.
"Fundamentals of Heat and Mass Transfer". Wiley.

-Huanga,C., Qian, X., Yang, R.
"Thermal conductivity of polymers and polymer nanocomposites"
Materials Science and Engineering: R: Reports,132 (2018) 1-22



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Como el entorno afecta a la difusión coloidal	
Title:	How colloidal diffusion is affected by the surrounding medium	
Tutor/es:	CHANTAL VALERIANI, LUIS DINIS	
E-mail tutor/es:	cvaleriani@ucm.es, ldinis@ucm.es	
Número de plazas	1	
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/>	Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Las observaciones microscópicas ópticas de pequeñas partículas coloidales dispersas en agua revelan un estado constante de movimiento aleatorio [1]. El descubrimiento de este fenómeno se ha atribuido a Robert Brown.

La descripción del movimiento browniano realizada por Langevin se basa en el hecho de que existen dos fuerzas actuando sobre un único coloide: las fuerzas térmicas inducidas por colisiones con las moléculas del disolvente (ruido térmico) y la fuerza de fricción originada por la viscosidad del disolvente, que amortigua el movimiento de la partícula [2,3]. Esta descripción es válida cuando los coloides están inmersos en medios newtonianos.

Inspirados en [4] y [5], en este trabajo estudiaremos cómo la variación de la naturaleza del entorno circundante afecta la difusividad de los coloides.

Metodología:

Se realizará un estudio bibliográfico para familiarizarse con sistemas activos y las herramientas teóricas para estudiarlos.

Se profundizará en las simulaciones numéricas y el análisis de datos mediante la Graph Neural Network que será proporcionado por los tutores.

Con tal de lograr estos objetivos, los tutores y el alumno se reunirán periódicamente para discutir resultados, resolver dudas o orientar dicho trabajo.

Bibliografía:

[1] Colloidal Dispersions , pp. 65 - 87

DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511608810.006>

Publisher: Cambridge University Press (1989)

[2] Lisin et al. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2021, 23, 16248

[3] Torres-Carbajal et al, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2015, 17, 19557

[4] C.M. Barriuso, J. Martín Roca, V. Bianco, I. Pagonabarraga and C. Valeriani

"Active matter in complex environments" special issue of *Frontiers in Soft Matter*

[5] DR Rodríguez, F Alarcón, R Martínez, J Ramírez, C Valeriani

Soft matter 16 (5), 1162-1169



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Introducción a la física no lineal: formación de patrones en la naturaleza.
Title:	Introduction to nonlinear physics: pattern formation in nature.
Tutor/es:	Juan José Mazo Torres
E-mail tutor/es:	jmazo@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo tiene como objetivo introducir al alumno en el fenómeno de la formación de patrones en sistemas naturales, uno de los paradigmas fundamentales de la ciencia no lineal. Se trata de una propuesta con un enfoque teórico y computacional, centrada en el análisis de distintos modelos clásicos (mecanismo de Turing, ecuación de reacción-difusión,...) adecuados para explorar este tipo de fenómenos. A lo largo del trabajo se abordarán conceptos clave de física no lineal (punto fijo, ciclos límites, bifurcaciones, transiciones de fase...) estableciendo además conexiones con sistemas físicos de interés que permitan contextualizar y aplicar los resultados obtenidos.

Metodología:

- * Lectura y estudio de la bibliografía básica.
- * Implementación de un programa de simulación numérica.
- * Realización de las simulaciones y análisis de los resultados.
- * Exposición escrita y oral del trabajo realizado.

Bibliografía:

- [1] Nonlinear dynamics and Chaos. S.H.S. Strogatz (3rd edition, CRC Press, 2024)
- [2] Pattern formation outside of equilibrium. M. C. Cross y P. C. Hohenberg. Reviews of Modern Physics 65(3), pp. 851-1112 (1983).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Introducción a la física no lineal: osciladores y sistemas excitables en biología
Title:	Introduction to Nonlinear Physics: Oscillators and Excitable Systems in Biology
Tutor/es:	Juan José Mazo Torres
E-mail tutor/es:	jmazo@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo tiene como finalidad introducir al alumno en el estudio de fenómenos no lineales mediante el estudio de osciladores y sistemas excitables en biología. Se trata de un estudio teórico y computacional. Tras un estudio de conceptos básicos se pondrán distintos modelos de interés en sistemas biológicos. El objetivo final del trabajo es que el alumno demuestre un grado de madurez científica adecuado mediante la elaboración de una memoria y la defensa oral del trabajo realizado.

Metodología:

- * Lectura y estudio de la bibliografía básica.
- * Implementación de un programa de simulación numérica.
- * Realización de las simulaciones y análisis de los resultados.
- * Exposición escrita y oral del trabajo realizado.

Bibliografía:

- [1] Nonlinear dynamics and Chaos. S.H.S. Strogatz (3rd edition, CRC Press, 2024)
- [2] Nonequilibrium physics in biology. X. Fang et al. Reviews of Modern Physics 91(4), 045004(2019).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Introducción a la física no lineal: solitones en sistema naturales
Title:	Introduction to nonlinear physics: solitons in natural systems
Tutor/es:	Juan José Mazo Torres
E-mail tutor/es:	jmazo@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo tiene como finalidad introducir al alumno en el estudio de fenómenos no lineales mediante el estudio de solitones en sistemas naturales. Se trata de un estudio teórico y computacional. Tras una introducción al campo se presentarán distintos ejemplos paradigmáticos de solitones en la naturaleza y se dirigirá el trabajo al estudio de un ejemplo particular, a elegir con el alumno. El objetivo final del trabajo es que el alumno demuestre un grado de madurez científica adecuado mediante la elaboración de una memoria y la defensa oral del trabajo realizado.

Metodología:

- * Lectura y estudio de la bibliografía básica.
- * Implementación de un programa de simulación numérica.
- * Realización de las simulaciones y análisis de los resultados.
- * Exposición escrita y oral del trabajo realizado.

Bibliografía:

- [1] M. Peyrard and T. Dauxois. Physics of solitons Cambridge University Press.
- [2] A. Scott. Nonlinear Science. Emergence and Dynamics of Coherent Structures. Oxford University Press.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Estudio CFD para aerogenerador de eje vertical sometido distintas cargas turbulentas
Title:	CFD study of a vertical-axis wind turbine subjected to different turbulent loads
Tutor/es:	Jorge Contreras Martinez y Sergio Díaz de Luz
E-mail tutor/es:	jcontr01@ucm.es y serdia01@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Objetivos generales:

- Analizar el comportamiento aerodinámico de un aerogenerador de eje vertical (VAWT) sometido a flujos turbulentos con diferentes características direccionales, mediante simulaciones numéricas basadas en dinámica de fluidos computacional (CFD).
- Evaluar el impacto de la turbulencia y la variabilidad direccional del viento sobre el rendimiento y las cargas aerodinámicas de la turbina, con el fin de identificar condiciones que optimicen su funcionamiento en entornos urbanos o complejos.

Metodología:

Revisión bibliográfica:

- Análisis de estudios previos sobre aerodinámica de VAWTs.
- Evaluación de modelos de turbulencia aplicados a flujos urbanos y no estacionarios.

Diseño o selección de geometría

Modelado CAD de una turbina tipo EOLI de pequeña escala.

- Ajuste del dominio fluido para condiciones en túnel de viento o flujo libre.

Configuración de simulación CFD

- Software: AutoCAD CFD.
- Mallado hexa estructurado o mallado híbrido con refinamiento en palas.
- Modelos de turbulencia: RANS ($k-\epsilon$, $k-\omega$ SST) y/o LES para casos seleccionados.
- Condiciones de contorno: inlet con perfiles de velocidad y turbulencia definidos, outlet, paredes laterales y rotor móvil.

Definición de casos de estudio

- Variación en dirección del viento (0° , $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$).
- Intensidad de turbulencia: 5%, 10%, 20%.

Simulación numérica

- Análisis de convergencia numérica y validación interna.
- Postprocesado Obtención de coeficientes de potencia, esfuerzo y torque.
- Visualización de líneas de corriente, vorticidad y regiones de recirculación.
- Comparación entre escenarios.

Discusión y conclusiones:

- Identificación de condiciones críticas.
- Evaluación del impacto de la turbulencia en eficiencia y cargas.
- Recomendaciones de diseño y ubicación para entornos turbulentos.

Bibliografía:

- Anderson, J. D. (2010). Fundamentals of aerodynamics (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. (2007). An introduction to computational fluid dynamics: The finite volume method (2nd ed.). Pearson Education.
- Pope, S. B. (2000). Turbulent flows. Cambridge University Press.
- Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., & Bossanyi, E. (2011). Wind energy handbook (2nd ed.). Wiley.
- Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2010). Wind energy explained: Theory, design and application (2nd ed.). Wiley.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Sociofísica: modelando la emergencia y dinámica de normas sociales
Title:	Social physics: modeling emergence and dynamics of social norms
Tutor/es:	Luis Ignacio Dinis Vizcaíno
E-mail tutor/es:	ldinis@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Las interacciones humanas y la propia existencia de la sociedad dependen en buena medida de que las personas ajusten sus comportamientos tanto a reglas explícitas como a normas sociales no escritas. Estas últimas aparecen cuando las expectativas sobre lo que tenemos que hacer y sobre lo que los demás esperan de nosotros son compartidas en grupos de un cierto tamaño.

En este trabajo fin de grado proponemos estudiar cómo surgen o evolucionan las normas sociales en un grupo mediante modelos matemáticos sencillos basados en agentes. El modelo o modelos que desarrollemos serán dinámicos o evolutivos, en los que las normas existentes en el grupo (y posiblemente la estrategia de cada agente) evolucione a medida que los agentes interactúan entre sí.

Las interacciones entre los agentes se modelarán mediante juegos (como los asociados a la teoría de juegos) y el resultado determinará el refuerzo o debilitamiento de las interacciones futuras de la pareja de agentes, mientras que la observación de las acciones de otros y la comunicación entre agentes originarán las normas sociales. Progresivamente se pueden añadir diferentes ingredientes al modelo que puedan aportar características más complejas, como la presencia de ruido o aleatoriedad.

El objetivo principal será estudiar cómo aparecen y evolucionan en grupos de personas con intereses propios y posiblemente no alineados, dependiendo de las propiedades de las interacciones entre agentes, sin imponerlas como ingrediente del

modelo.

Metodología:

Las tareas que se desarrollarán en el trabajo serán:

- Revisión de la bibliografía para familiarizarse con las características de las normas sociales en contextos de cooperación o coordinación entre personas
- Propuesta de un modelo o modelos para la interacción y la evolución de las normas
- Simulación numérica y análisis de los resultados del modelo
- Desarrollo de aproximaciones o argumentos analíticos que den cuenta de las propiedades más relevantes del modelo. Las herramientas típicas serán las de la probabilidad y los procesos estocásticos como por ejemplo las cadenas de Markov.

Bibliografía:

- Bicchieri C. 2006 The grammar of society. The nature and dynamics of social norms. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Horne C, Mollborn S. Norms: an integrated framework. *Ann. Rev. Sociol.*, 46, 467-487 (2020)
- Co-evolution of behavior and beliefs in social dilemmas: estimating material, social, cognitive and cultural determinants. Gavrilets S, Tverskoi D, Wang N, Wang X, Ozaita J, Zhang B, Sánchez A, Andrighetto G. *Evolutionary Human Sciences* 6, e50 (2024)
- Modeling social norms: an integration of the norm-utility approach with beliefs dynamics. Gavrilets S, Tverskoi D, Sánchez, A. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 317, 20230027 (2024)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Irreversibilidad en sistemas cuánticos
Title:	Irreversibility in quantum systems
Tutor/es:	Armando Relano Pérez, Juan Manuel Rodríguez Parrondo
E-mail tutor/es:	armando.relano@fis.ucm.es, parrondo@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

1. Estudiar la aparición de un comportamiento irreversible en un sistema cuántico de muchos grados de libertad que evoluciona de forma unitaria y reversible.
2. Caracterizar la irreversibilidad a través de la producción de entropía.
3. Estudiar la monotonidad de la producción de entropía.

Metodología:

Los tres objetivos se estudiarán de forma analítica, utilizando los resultados de los artículos recomendados. Al mismo tiempo se realizarán simulaciones de sistemas en contacto con baños térmicos para comprobar la validez de los resultados teóricos.

Bibliografía:

1. M Esposito, K Lindenberg, C Van den Broeck. Entropy production as correlation between system and reservoir. *New Journal of Physics* 12, 013013 (2010).
2. K Ptaszyński, M Esposito. Entropy production in open systems: The predominant role of intraenvironment correlations. *Physical Review Letters* 123, 200603 (2019).
3. JMR Parrondo. Thermodynamics of information. arXiv preprint arXiv:2306.12447



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Estudio del aprendizaje automático desde la física de sistemas complejos
Title:	Machine learning and complex systems
Tutor/es:	Miguel Ruiz García
E-mail tutor/es:	miguel.ruiz.garcia@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo se centrará inicialmente en profundizar en el estudio de sistemas de aprendizaje automático y tratarlos como sistemas complejos. En particular el estudio se focalizará en las funciones de pérdida dinámicas y en el olvido catastrófico, o en modelos analíticos de aprendizaje por refuerzo. Idealmente el estudiante realizará sus propias simulaciones y desarrollos analíticos.

Metodología:

Se iniciará con una revisión de la literatura existente para fundamentar teóricamente el proyecto y delimitar el campo de estudio. Seguidamente, se procederá al diseño de los experimentos numéricos, empleando diferentes paquetes de Python especializados en IA. Posteriormente, se realizará un análisis detallado de los resultados numéricos obtenidos, comparándolos con resultados analíticos previos para evaluar la consistencia y la innovación de los hallazgos. Finalmente, se evaluarán los resultados obtenidos, contextualizándolos dentro del estado actual del arte, con el fin de destacar contribuciones significativas y posibles áreas para investigaciones futuras.

Bibliografía:

- [1] Ruiz-Garcia, M., Liu, A. J. and Katifori, E., Tuning and jamming reduced to their minima, Phys. Rev. E 100, 052608 (2019)
- [2] Ruiz-Garcia, M., Zhang, G., Schoenholz, S. S., and Liu, A. J., Tilting the playing field: Dynamical loss functions for machine learning, International Conference on Machine Learning, PMLR, 9157 (2021)
- [3] Ruiz-Garcia, M., Model architecture can transform catastrophic forgetting into positive transfer, Scientific Reports, 10736 (2022)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Difusión de partículas activas en diferentes entornos	
Title:	Diffusion of active particles in different environments	
Tutor/es:	Chantal Valeriani, Luis Dinis	
E-mail tutor/es:	cvaleriani@ucm.es, ldinis@ucm.es	
Número de plazas	1	
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/>	Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Las partículas brownianas activas (ABP) y las partículas run-and-tumble (RTP) se autopropulsan a una velocidad fija v a lo largo de un eje que se reorienta mediante una difusión angular (ABP) o un cambio repentino de orientación (RTP). ABP y RTP tienen dinámicas relacionadas pero distintas [1].

En este trabajo estudiaremos el movimiento de estas partículas activas en entornos diferentes, como los presentados en [3] y [4].

Metodología:

Se realizará un estudio bibliográfico para familiarizarse con sistemas de partículas activas y las herramientas teóricas para estudiarlos.

Se profundizará en las simulaciones numéricas y el análisis de datos

Con tal de lograr estos objetivos, los tutores y el alumno se reunirán periódicamente para discutir resultados, resolver dudas u orientar dicho trabajo.

Bibliografía:

[1] Trapping of active Brownian and run-and-tumble particles: A first-passage time approach Emily Qing Zang Moen, Kristian Stølevik Olsen, Jonas Rønning, and Luiza Angheluta
Phys. Rev. Research 4, 043012 – Published 7 October, 2022

[2] Active brownian particles and run-and-tumble particles: A comparative study
EPL Volume 224, pages 1231–1262, (2015)

[3] C.M. Barriuso, J. Martín Roca, V. Bianco, I. Pagonabarraga and C. Valeriani
"Active matter in complex environments" special issue of Frontiers in Soft Matter

[4] DR Rodríguez, F Alarcón, R Martínez, J Ramírez, C Valeriani
Soft matter 16 (5), 1162-1169



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Generación de estados de no equilibrio en transiciones de fase
Title:	Generation of non-equilibrium states via phase transitions.
Tutor/es:	Ricardo Brito López y Juan Manuel Rodríguez Parrondo
E-mail tutor/es:	brito@ucm.es, parrondo@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

1. Simular transiciones de fase sencillas en fluidos.
2. Generar estados de no-equilibrio, como gradientes de temperatura o de potencial químico, en sistemas que experimentan una ruptura de simetría.
3. Estudiar el comportamiento de la entropía en estos procesos.
4. Relacionar estos procesos con problemas fundamentales de la mecánica estadística, como la irreversibilidad.

Metodología:

1. Revisión de la literatura sobre dinámica molecular, termodinámica estocástica y fundamentos de mecánica estadística.
2. Simulación de dinámica molecular.
3. Estudio analítico de la producción de entropía.

Bibliografía:

1. M.P. Allen, D.J. Tidesley, D.J. Computer Simulation of Liquids. Oxford University Press, 2017.
2. P. M. Chaikin, T. C. Lubensky. Principles of Condensed Matter Physics. Cambridge University Press, 2000.
3. L. Sklar L. Physics and Chance: Philosophical Issues in the Foundations of Statistical Mechanics. Cambridge University Press, 1993.

4. É Roldán, IA Martínez, JMR Parrondo, D Petrov. Universal features in the energetics of symmetry breaking. *Nature Physics* 10, 457 (2014).