

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema: Fenómenos de transporte en medios porosos

Plazas: 2

Objetivos:

Un medio poroso es un sistema heterogéneo constituido por una matriz sólida formada por materiales granulares y/o fibrilares, consolidada o no, que encierra un sistema disperso de espacios vacíos, denominados poros, total o parcialmente conectados, que pueden ser ocupados por fluido en sus diferentes estados: gas/vapor, líquido y mezclas bifásicas. En medios porosos se produce el transporte simultáneo de energía, materia y carga debido a diferentes fuerzas motrices dependiendo de la naturaleza físico-química del material. Los mecanismos de transporte dependen de varios factores como la temperatura, la presión, potencial eléctrico y de la estructura del poro (el tamaño de poro del medio y su distribución, la fracción de volumen vacío del medio, etc.). Los modelos de la estructura porosa son fundamentales para predecir las propiedades de transporte en medios porosos.

El objetivo principal del trabajo es que el alumno adquiera conocimientos básicos sobre los parámetros estructurales de los medios porosos y fenómenos de transporte de masa y energía a través de ellos sometidos a diferentes gradientes. Para ello, el alumno deberá familiarizarse, en primer lugar, con el estado actual de la disciplina, con sus bases físicas y con su terminología. El alumno realizará una búsqueda bibliográfica sobre la relación entre las propiedades de transporte y la estructura de poro del material poroso. A continuación, se centrará en una de las siguientes posibilidades, tanto teóricas como experimentales:

- Fenómenos de transporte en medios porosos de sistemas monofásicos: flujos de gases y difusión en medios porosos. Permeabilidad líquida en medios porosos.
- Fenómenos de transporte en medios porosos de sistemas bifásicos: transferencia simultánea de masa y energía, equilibrio líquido-vapor.
- Capilaridad en medios porosos: Equilibrio en sistemas trifásicos, modelos de estructura de poro.
- Realización en el laboratorio de una práctica para la caracterización de una red nano-fibra y estudio del transporte de energía y materia a través

de la misma sometida a gradientes de temperaturas.  
En todos los casos, el alumno deberá entender el problema y su estado actual. En función de sus intereses, podrá realizar cálculos sencillos que le permitan profundizar en el tema.

Metodología:

- Revisión bibliográfica del estado del arte en medios porosos.
- Adquisición de conocimientos fundamentales sobre fenómenos de transporte de energía y materia en medios porosos.
- Posibilidad de realizar el trabajo experimental, caracterizando medios porosos nano-estructurados y/o realizando experimentos de transporte.

Actividades  
Formativas

- Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los alumnos y les explicarán los fundamentos del trabajo.
- El estudiante podrá acudir a un profesor del departamento especializado en el tema para resolver sus dudas sobre el trabajo.
- Curso de EndNote y Búsqueda Bibliográfica Avanzada (Biblioteca de Ciencias Físicas)

Bibliografía:

Bibliografía inicial:

- F.A.L. Dullien. "Porous media. Fluid transport and pore structure" 2ª Edición. Academic Press (1992).
- M. Kaviany, "Principles of heat transfer in porous media". 2ª Edición. Springer (1995).
- Y.C. Yortsos, A.K. Stubos, "Phase change in porous media" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 6 (2001) 208-216.
- S. Geiger, K.S. Schmid, Y. Zaretskiy, "Mathematical analysis and numerical simulation of multi-phase multi-component flow in heterogeneous porous media" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 17 (2012) 147-155.
- T. Gambaryan-Roisman, "Liquids on porous layers: wetting, imbibition and transport processes" *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 19 (2014) 320-335.

Puesto que una de las partes fundamentales de la metodología que se pretende seguir es la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno estas referencias a modo informativo. Se le proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.

## GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018/19

### Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema:

Física estadística cuántica en sistemas pequeños

Plazas:

2

Objetivos:

Durante los últimos años, el estudio de las leyes de la termodinámica en sistemas cuánticos pequeños (miles o millones de partículas) se ha convertido en una disciplina de gran importancia. En ella se abordan temas de carácter muy fundamental, como: la validez de las leyes de la termodinámica en sistemas en los que las fluctuaciones son importantes; la fundamentación microscópica del segundo principio de la termodinámica; el estudio de la disipación y la irreversibilidad en procesos de no equilibrio descritos mediante el formalismo cuántico; la generalización de las colectividades de la física estadística a situaciones “extrañas” pero habituales cuando se trabaja con un número relativamente pequeño de átomos; o el estudio de las llamadas transiciones de fase cuánticas.

El objetivo de este trabajo es que el estudiante aborde esta disciplina, a partir de los conocimientos de física cuántica y física estadística obtenidos durante los primeros tres años del Grado en Física (o cuatro años del Doble Grado en Matemáticas y Física). Para ello, el alumno deberá familiarizarse, en primer lugar, con el estado actual de la disciplina, con sus bases físicas y con su terminología. A continuación, y dada la amplitud del tema, se centrará en una de las siguientes posibilidades, que constituyen distintas líneas de investigación activas, tanto teóricas como experimentales, en este campo:

- Procesos de no equilibrio en sistemas cuánticos: disipación y producción de entropía; diferencias con el régimen clásico.
- Entrelazamiento y entropía: cómo las correlaciones cuánticas pueden generar entropía y justificar el segundo principio de la termodinámica.
- Física estadística fuera del equilibrio en sistemas cuánticos pequeños.
- Anomalías debidas a fenómenos críticos: transiciones de fase cuánticas y sus consecuencias dinámicas.
- Generalización de las colectividades estadísticas a sistemas en los que no bastan la energía y el número de partículas para su descripción colectiva.
- Consecuencias del caos en física cuántica: equilibración y pérdida de información sobre las condiciones iniciales.
- Termodinámica en sistemas cuánticos pequeños: equilibración, termalización y dinámica.

En todos los casos, el alumno deberá entender el problema y su estado

actual. En función de sus intereses, podrá profundizar en detalles sobre casos concretos (teóricos, experimentales o ambos) y/o realizar cálculos y simulaciones sencillas que le permitan profundizar en el tema.

Metodología:

En todos los casos, el alumno deberá elegir una de las propuestas listadas en el apartado anterior y revisar su bibliografía básica, con el fin entender el problema y su estado actual. Después, en función de la orientación que adquiera el trabajo, podrá centrarse en:

- Realizar una búsqueda bibliográfica por su cuenta, para profundizar en aspectos concretos del problema elegido.
- Llevar a cabo cálculos o simulaciones sencillas en algún sistema físico adecuado al fenómeno en estudio.

Se recomienda que el alumno tenga bien asentados los conceptos básicos que se estudian en Física Cuántica I y II, y Física Estadística. En función del tema y la orientación elegidos, podría ser aconsejable haber cursado o estar cursando algunas de las asignaturas de la orientación de Física Fundamental, como Termodinámica del No Equilibrio o Mecánica Cuántica. Asimismo, en caso de elegir la posibilidad de llevar a cabo una simulación, es conveniente que posea alguna experiencia con lenguajes de programación y/o software científico (Fortran, C, Phyton, Matlab, Octave...), pues será el alumno quien desarrolle los códigos numéricos.

Actividades  
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los alumnos y les explicarán los fundamentos del trabajo. En dicha reunión, los alumnos escogerán el tema concreto de su trabajo.

Bibliografía:

Generales (conceptos sobre mecánica cuántica y física estadística en sistemas cuánticos aislados; las referencias pueden contener más temas de los que se discuten en este trabajo):

- *Quantum thermodynamics, Emergence of thermodynamic behavior within composite quantum systems*, J. Gemmer, M. Michel, and G. Mahler, Lect. Notes Phys. 657 (Springer, Berlin Heidelberg 2005).
- *Equilibration, thermalisation, and the emergence of statistical mechanics in closed quantum systems*, C. Gogolin and J. Eisert, Reports on Progress in Physics **79**, 056001 (2016).
- *Colloquium: Nonequilibrium dynamics of closed interacting quantum systems*, A. Polkovnikov, K. Sengupta, A. Silva, and M. Venalattore, Review of Modern Physics **83**, 863 (2011).

- *Nonequilibrium Fluctuations, Fluctuation Theorems, and Counting Statistics in Quantum Systems*, M. Esposito, U. Harbola, and S. Mukamel, *Reviews of Modern Physics* **81**, 1665-1702 (2009).

Particulares (propias de cada tema propuesto, más concretas):

- *Thermalization and its mechanism for generic isolated quantum systems*, M. Rigol, V. Dunjko, M. Olshanii, *Nature* **452**, 854 (2008).
- *Experimental observation of a generalized Gibbs ensemble*, T. Langen, et al., *Science* **348**, 207 (2015).
- *Entropy production fluctuation theorem and the nonequilibrium work relation for free energy differences*, G. E. Corrks, *Physical Review E* **60**, 2721 (1999).
- *Equalities and inequalities: irreversibility and the Second Law of Thermodynamics at the Nanoscale*, C. Jarzynski, *Annual Review of Condensed Matter Physics* **2**, 329 (2011).
- *Entanglement and the foundations of statistical mechanics*, S. Popescu, A. J. Short, A. Winter, *Nature Physics* **2**, 754 (2006).
- *Entropy production as correlation between system and reservoir*, M. Esposito, K. Lindenberg, and C. Van den Broeck, *New Journal of Physics* **12**, 013013 (2010).
- *Irreversible processes without energy dissipation in an isolated Lipkin-Meshkov-Glick model*, R. Puebla and A. Relaño, *Physical Review E* **92**, 012102 (2015).
- *Revealing missing charges with generalised quantum fluctuation relations*, J. Mur-Petir, A. Relaño, R. A. Molina, and D. Jaksch, *Nature Communications* **9**, 2006 (2018).

## GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018/19

### Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema:

Modelización de materia condensada

Plazas:

2

Objetivos:

Las simulaciones por ordenador constituyen una herramienta en el estudio de la materia condensada, junto a la teoría y a los experimentos. Las simulaciones nos pueden ayudar tanto a confirmar predicciones teóricas como a entender y predecir resultados experimentales.

En este trabajo se pretende dar a conocer al alumno las modernas técnicas utilizadas en la modelización de materia condensada. Utilizando conceptos básicos de Física Estadística, el estudiante se familiarizará con técnicas de simulaciones como la Dinámica Molecular o el Monte Carlo. Dependiendo del interés del estudiante, se realizarán simulaciones de algunos de los siguientes sistemas de actualidad:

- Simulaciones de bacterias
- Calculo de la energía interfacial en el modelo de Ising
- Nucleación heterogénea

Metodología:

1-El estudiante estudiará la bibliografía sugerida, familiarizándose con las bases teóricas.

2-Aprendizaje y utilización de un código de simulación escrito por un profesor asesor o un código opensource (como LAMMPS o GROMACS). El estudiante aprenderá los fundamentos de las técnicas de simulación de Dinámica Molecular y Monte Carlo, obteniendo resultados numéricos, contextualizándolos e interpretándolos.

Si fuese necesario el estudiante, con la ayuda de un profesor asesor, escribirá códigos numéricos, tanto de simulación como de análisis de datos.

3-El estudiante elaborará una memoria.

Algunos de estos trabajos se realizarán en colaboración con miembros del Departamento de Química Física I.

Actividades  
Formativas

- 1- Aprendizaje de simulación molecular.
- 2- El estudiante podrá asistir a seminarios formativos de Modelización Molecular.
- 3- Estudio crítico de artículos científicos publicados en revistas internacionales.
- 4- Elaboración de una memoria.

Bibliografía:

Se incluyen referencias de interés para el desarrollo de los objetivos.

Libros:

- 1- "Understanding Molecular Simulations", D. Frenkel and B. Smit, Academic Press, London, (2001).
- 2- "Computer simulations of liquids", M. P. Allen and D. J. Tildesley, Oxford University Press, (1989).

Artículos:

- 1- "Detecting vapour bubbles in simulations of metastable water"; M.A.Gonzalez, G.Menzl, J.L.Aragones, P.Geiger, F.Caupin, J.L.F.Abascal, C.Dellago and C.Valeriani, J. Chem. Phys. 141 18C511 (2014)
2. "Bubble nucleation in simple and molecular liquids via the largest spherical cavity method"; M.A.Gonzalez, J.L.F.Abascal, C.Valeriani and F.Bresme, JChem Phys 142 154903 (2015)
- 3- "Nucleation free-energy barriers using molecular dynamics umbrella sampling"; M.A.Gonzalez, E.Sanz, C.Mcbride, J.L.F.Abascal, C.Vega and C.Valeriani, Phys.Chem.Chem.Phys. 16 24913 (2014)
- 4- "Homogeneous ice nucleation at moderate supercooling from molecular simulations"; E. Sanz, C. Vega, J.R. Espinosa, R. Bernal, J. Abascal and C. Valeriani J. Am. Chem. Soc, 135 15008 (2013) [Spotlight article DOI: 10.1021/ja410682n]
5. "The crystal-fluid interfacial free-energy and nucleation rate of NaCl from different simulation methods"; J.R.Espinosa, C.Vega, C.Valeriani and E.Sanz, JChem Phys 142 194709 (2015)
- 6- "Avalanches mediate crystallization in a hard-sphere glass"; E. Sanz, C. Valeriani, E. Zaccarelli, W.C.K. Poon, M. Cates and P.N. Pusey PNAS 75 111 (2014),
- 7- "Chemotactic clusters in confined run-and-tumble bacteria: a numerical investigation"; E.J. Marsden, C. Valeriani, I. Sullivan, M.E. Cates and D. Marenduzzo Soft Matter, 10 157 (2014)
- 8- "Living clusters and crystals from low density suspensions of active colloids"; B. Mognetti, A. Saric, S. Angioletti-Uberti, A. Cacciuto, C. Valeriani and D. Frenkel Phys.Rev.Lett., 111 245702 (2013) Focus article by Philip Ball Physics 6 134 (2013)
- 9- "Phase-separation and rotor self-assembly in active particle suspensions";

J. Schwarz-Linek, C. Valeriani, A. Cacciuto, M.E. Cates, D. Marenduzzo, A. Morozov and W.C.K. Poon PNAS 106, 4052 (2012)

Una vez que el estudiante se haya iniciado en el tema, se le proporcionará bibliografía adicional.



## GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018/19

### Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema:

Información y segundo principio: demonio de Maxwell y móviles perpetuos

Plazas:

2

Objetivos:

Desde la formulación del segundo principio de la termodinámica, en el siglo XIX, se han propuesto infinidad de máquinas que lo violarían y permitirían construir un móvil perpetuo. Muchas de estas propuestas adolecen de fallos conceptuales básicos, que las invalidan por completo. Otras, sin embargo, se basan en principios físicos mucho más sutiles, razón por la cual han generado importantes debates en la comunidad científica. Entre estas últimas destacan las que se basan en ingenios microscópicos capaces de obtener información detallada sobre el movimiento de las moléculas que conforman un sistema termodinámico, información con la cual son capaces de hacerlo operar en sentido opuesto al determinado por el segundo principio. La existencia de estas máquinas, aun en un marco puramente teórico, ha conllevado una reformulación del segundo principio para considerar el flujo de información entre el sistema y el observador o el dispositivo que hace operar la máquina, y conciliar así las leyes de la termodinámica con la dinámica microscópica de estos sistemas.

El objetivo de este trabajo es que el estudiante entienda las limitaciones de la formulación tradicional del segundo principio, por qué es necesario incluir explícitamente una magnitud aparentemente abstracta como es la información y qué consecuencias físicas se derivan de ello. Es necesario, por ello, estudiar la relación entre la información que se posee sobre un sistema físico y el segundo principio de la termodinámica; y comprender la explicación termodinámica a las principales propuestas de móviles perpetuos. Se pretende que el alumno se centre en las formulaciones más recientes del problema, centrándose en realizaciones clásicas y/o cuánticas, según su elección.

Metodología:

El trabajo es de naturaleza fundamentalmente bibliográfica; el estudiante deberá, pues, leer la bibliografía básica e investigar en busca de referencias más concretas en función de la orientación que le quiera dar al trabajo. Éste puede consistir en un estudio puramente teórico o en la comprensión de algunos de los experimentos realizados durante los últimos años, tanto en lo que se refiere a su motivación como a las conclusiones físicas que se tienen

a partir de ellos.

Igualmente, puede centrarse en el ámbito de la física clásica o en el ámbito de la física cuántica. Según la evolución del trabajo y de los intereses del estudiante, cabría la posibilidad de realizar alguna simulación muy sencilla para complementar el trabajo bibliográfico, pero no es este un requisito para completar con éxito el trabajo.

Es recomendable que el estudiante tenga bien asentadas las bases conceptuales de la Física Estadística y la Termodinámica.

Actividades  
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los estudiantes y les explicarán los fundamentos del trabajo. En dicha reunión, los estudiantes escogerán el tema concreto de su trabajo.

Bibliografía:

Se incluyen tanto referencias genéricas como más específicas para cada uno de los posibles objetivos; algunas que se recomienda leer por completo y otras interesantes como objeto de consulta o por su relevancia histórica. Se trata de una selección básica que el alumno podrá ampliar por su cuenta.

*Colloquium: The physics of Maxwell's demon and information*, K. Maruyama, F. Nori, and V. Vedral, *Review of Modern Physics* 81, 1 (2009).

*The physics of forgetting: Landauer's erasure principle and information theory*, M. B. Plenio and V. Vitelli, arXiv: quantph/0103108 (2001).

*Information processing and the second law of thermodynamics: An inclusive, Hamiltonian approach*, S. Deffner and C. Jarzynski, *Physical Review X* 3, 041003 (2013).

*Maxwell's Demon, Szilard's engine and quantum measurements*, W. H. Zurek, arXiv:quant-ph/0301076 (2003).

*Experimental verification of Landauer's principle linking information and thermodynamics*, A. Bérut, A. Arakelyan, A. Petrosyan, S. Ciliberto, R. Dillenschneider, and E. Lutz, *Nature* 483, 187 (2012).

*Quantum Landauer erasure with a molecular nanomagnet*, R. Gaudenzi, E. Burzuri, S. Maegawa, H. S. J. van der Zant, F. Luis, *Nature Physics* 14, 565 (2018).

## GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018/19

### Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema:

Temas Recientes en Termodinámica y Física Estadística

Plazas:

2

Objetivos:

La Termodinámica y la Física Estadística son disciplinas científicas que tuvieron sus orígenes en el siglo XIX, con los trabajos de Carnot, Boltzmann, Clausius, Gibbs, Helmholtz, Maxwell, entre otros. A mediados del siglo XX se hallaban ya establecidos los principios fundamentales sobre los que se sustenta la Termodinámica Clásica y la Física Estadística. Aunque estos principios han permanecido esencialmente inalterados desde entonces, sus aplicaciones a nuevos sistemas o situaciones físicas no ha dejado de crecer.

El objetivo del Trabajo de Fin de Grado es que el estudiante identifique, en la literatura científica avanzada, temas, campos o situaciones en los que la Termodinámica o la Física Estadística hayan contribuido al desarrollo de dicho campo o hayan resuelto problemas planteados en los mismos. El rango de aplicación se extiende desde la Física Atmosférica, a la Materia Condensada, la Física de Altas Energías, o las aplicaciones en Ingeniería o Biología, o a sistemas fuera de la Física o las Ciencias, como Economía o sociedad. El tema de trabajo es a elección del estudiante, siempre que dichas aplicaciones se hayan desarrollado en los últimos 15 años.

Metodología:

El estudiante debe seleccionar, de acuerdo con los criterios anteriores, un tema para el desarrollo de su TFG, consultando para ello libros o artículos científicos.

Al comienzo del semestre, el estudiante debe presentar un resumen de su propuesta de TFG a uno de los profesores de la asignatura, que darán el visto bueno al mismo o por el contrario, desestimarán la propuesta.

Una vez aprobado, el estudiante desarrollará el tema elegido siempre supervisado por los profesores de la asignatura a través de tutorías. Si procede, podría realizar investigación teórica, experimental o simulación numérica.

Actividades  
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los estudiantes y les explicarán los fundamentos del trabajo.

Bibliografía:

Dada la naturaleza del trabajo propuesto, no hay bibliografía concreta, excepto en los libros básicos de Termodinámica y Física Estadística y las publicaciones científicas relacionadas con los temas.

## GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018/19

### Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema:

Dinámica en sistemas complejos fuera del equilibrio

Plazas:

2

Objetivos:

Cuando ciertos sistemas se mantienen muy alejados del equilibrio termodinámico, llegan a observarse comportamientos muy extraños. Entre ellos, destacan la formación de estructuras ordenadas de forma auto-organizada y la aparición de caos en sistemas muy simples. En general, estos sistemas se describen mediante ecuaciones diferenciales en derivadas parciales acopladas y no lineales, para las que no se dispone apenas de herramientas analíticas. Por esta razón, existe un amplio campo de investigación abierto, que abarca desde la matemática fundamental de este tipo de ecuaciones, hasta el estudio numérico o experimental de sus consecuencias más prácticas, que tienen especial relevancia en sistemas biológicos.

El objetivo de este trabajo es que el estudiante aborde el estudio de esta disciplina, desde el punto de vista que más le interese y a partir de los conocimientos adquiridos en termodinámica y ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

Metodología:

En primer lugar, el estudiante deberá revisar la bibliografía general, con el fin de familiarizarse con el problema. A continuación, deberá centrarse en el estudio de uno o varios problemas concretos, lo que involucra:

- Contextualizar el problema.
- Comprender el o los modelos en los que se pretenda centrar.
- Analizar y resolver numéricamente las ecuaciones correspondientes.
- Interpretar los resultados obtenidos.

Para todo ello, se recomienda que el estudiante tenga bien asentados los conocimientos adquiridos en las asignaturas Métodos Matemáticos II (o su equivalente sobre ecuaciones diferenciales en derivadas parciales del Doble Grado en Matemáticas y Física) y Termodinámica. Dado el carácter del trabajo, es recomendable que el estudiante haya cursado la asignatura Termodinámica del No Equilibrio y tenga alguna experiencia con lenguajes de programación y/o software científico (Fortran, C, Phyton, Matlab, Octave...), pues será el estudiante quien desarrolle los códigos numéricos necesarios para estudiar el problema.

Actividades  
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los estudiantes y les explicarán los fundamentos del trabajo.

Bibliografía:

Se proporciona una breve lista de referencias generales. Es tarea del estudiante buscar las especializadas para abordar el trabajo de su elección:

- *Orden y caos en sistemas complejos*, Ricard V. Solé y Susanna C. Manrubia, Ediciones UPC (2000).
- *Pattern formation outside of equilibrium*, M. C. Cross and P. C. Hohenberg, *Review of Modern Physics* **65**, 851 (1993).
- *Biological pattern formation: from basic mechanisms to complex structures*, A. J. Koch and H. Meinhardt, *Review of Modern Physics* **66**, 1481 (1994).
- *Spatial patterns and spatiotemporal dynamics in chemical systems*, A. De Wit, *Advances in Chemical Physics* **109**, 435 (1999).

## GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018/19

### Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema:

Modelos estocásticos de ecología de bacterias y redes

Plazas:

2

Objetivos:

El objetivo es el estudio de problemas relacionados con el ecosistema de bacterias existente en el ser humano, mediante modelos matemáticos que parten de las interacciones íter-bacterianas. Concretamente, analizamos algunos procesos dinámicos de la microbiota en el pulmón humano y en el intestino.

Para ello se usarán técnicas de ecología de poblaciones. Es una rama de la ecología que estudia las poblaciones formadas por los organismos de una misma especie desde el punto de vista del tamaño de las poblaciones (número de individuos), la estructura (sexo y edad) y la dinámica (variación en el tiempo).

Metodología:

1. El estudiante estudiará la bibliografía sugerida con objeto de familiarizarse con los conceptos básicos de complejidad y ecología de poblaciones, y tipos de interacciones en ecosistemas.

2. Utilización de técnicas de análisis de estabilidad lineal para estudiar el comportamiento dinámico de sistemas complejos relacionados con la microbiota humana y con la propagación de enfermedades o de virus.

Se recomienda que el estudiante tenga conocimientos de Álgebra, Cálculo, y Termodinámica del No Equilibrio. Además, es altamente recomendable que el estudiante posea conocimientos de programación.

Actividades  
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los estudiantes y les explicarán los fundamentos del trabajo.

Bibliografía:

1. R.M. May, *Stability and Complexity in Model Ecosystems*, Princeton Univ. Press, Second Ed. (1974)
  2. U.G. Rothblum, C.P. Tan, *Linear Algebra Appl.* 66, 45-86 (1985).
  3. H.J. Sommers, A. Crisanti, H. Sompolisky, Y. Stein, *Phys. Rev. Lett.* 60, 1895-1899 (1988).
  4. T. Tao, V. Vu, *Ann. Probab.* 38, 2023-2065 (2010).
  5. S.E. Townsend, D.T. Haydon, L. Matthews, *J. Theor. Biol.* 267, 243-251 (2010).
  6. S. Allesina, S. Tang, *Nature* 483, 205-208 (2012).
  7. A. Mougi, M. Kondoh, *Science* 337, 349-351 (2012).
  8. J. García-Algarra, J. Galeano, J.M. Pastor, J.M. Iriondo, J.J. Ramasco, *J. Theor. Biol.* 363, 332-343 (2014).
  9. K.Z. Coyte, J. Schluter, K.R. Foster, *Science* 350, 663-666 (2015).
- Se proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.



## GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018/19

### Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema:

Estabilidad termo-hidrodinámica. Convección de Rayleigh-Bénard.

Plazas:

2

Objetivos:

El objetivo es el análisis lineal de la estabilidad de un fluido incompresible sometido a un gradiente vertical de temperatura en un campo gravitatorio uniforme.

La aparición de términos no lineales en las ecuaciones constitutivas de un sistema puede conducir a inestabilidades termodinámicas, a partir de las cuales el sistema puede presentar diversos tipos de ordenaciones espaciales y temporales que reciben el nombre de estructuras disipativas. La ordenación en el tiempo implica la aparición de ritmos en el sistema, mientras que la ordenación en el espacio conlleva la estructuración morfológica.

En particular, se estudiará un sistema en el que puede aparecer la denominada inestabilidad de Rayleigh-Bénard, caracterizada por la competición entre la fuerza de la gravedad y la viscosidad.

Metodología:

1. El estudiante estudiará la bibliografía sugerida con objeto de familiarizarse con las bases teóricas. Se recomienda que el estudiante tenga conocimientos de Termodinámica, Termodinámica del No Equilibrio, e Hidrodinámica.

2. Análisis lineal de la estabilidad termo-hidrodinámica de un fluido incompresible en reposo sometido a un gradiente vertical de temperatura en un campo gravitatorio uniforme.

3. Posibilidad de resolver numéricamente las ecuaciones de balance de masa, momento y energía. En este caso, el estudiante, bajo la supervisión de un profesor, escribirá códigos numéricos. Por ello, es conveniente que se posea experiencia en lenguajes de programación y/o software científico.

Actividades  
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los estudiantes y les explicarán los fundamentos del trabajo.

Bibliografía:

*Understanding Non-Equilibrium Thermodynamics: Foundations, Applications, Frontiers*, G. Lebon, D. Jou, J. Casas-Vázquez, Springer-Verlag, Berlin (2008).

*Nonequilibrium Thermodynamics*, Y. Demirel, Elsevier, Amsterdam (2007).

*Orden y caos en sistemas complejos*, Ricard V. Solé y Susanna C. Manrubia, Ediciones UPC (2000).

*Pattern formation outside of equilibrium*, M. C. Cross and P. C. Hohenberg, Review of Modern Physics **65**, 851 (1993).

*Biological pattern formation: from basic mechanisms to complex structures*, A. J. Koch and H. Meinhardt, Review of Modern Physics **66**, 1481 (1994).

*Spatial patterns and spatiotemporal dynamics in chemical systems*, A. De Wit, Advances in Chemical Physics **109**, 435 (1999).

Se proporcionará bibliografía adicional una vez iniciado el trabajo.

## GRADO EN FÍSICA- CURSO 2018/19

### Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento:

ESTRUCTURA DE LA MATERIA, FÍSICA TÉRMICA Y ELECTRÓNICA

Título del tema:

Física y cine

Plazas:

2

Objetivos:

En los últimos años, se ha intensificado la tendencia de utilizar ejemplos de cine para ilustrar principios científicos. Los pioneros han sido los estudiosos de la ciencia ficción, quizá una consecuencia inevitable en un género que combina, como su nombre indica, ciencia y ficción. Sin embargo, las posibilidades del cine en la docencia van más allá de los campos de ciencia ficción y superhéroes, o similares. El uso del cine en la docencia de la física conforma un campo en expansión, con un número cada vez mayor de ejemplos.

El nexo de unión entre fenómenos físicos y películas ampliamente conocidas por todos ayuda a que los estudiantes vean la física como algo más cercano, de aplicación inmediata y visible en el mundo que les rodea.

Como han puesto de manifiesto diferentes autores, los beneficios de este uso son varios: aprovechar la popularidad de películas, series y personajes de ellas para que actúen como elemento clave en el proceso de “anclar” y fijar conceptos, ayudar al estudiante a distinguir entre situaciones verosímiles e inverosímiles desde el punto de vista físico, acostumbrar al estudiante a reconocer principios físicos en el mundo que le rodea, desarrollar el interés de los alumnos por la ciencia, entre otros muchos.

El presente trabajo pretende explorar las posibilidades de utilizar ejemplos del cine y la televisión para apoyar la labor docente en la enseñanza de la física.

Metodología:

Al comienzo del semestre, el estudiante debe presentar un resumen de su propuesta de TFG a los profesores de la asignatura, que darán el visto bueno al mismo o por el contrario, desestimarán la propuesta.

Una vez aprobado, el estudiante desarrollará el tema elegido siempre supervisado por los profesores de la asignatura.

Actividades  
Formativas

Al comienzo del semestre los profesores se reunirán con los estudiantes y les explicarán los fundamentos del trabajo.

Bibliografía:

DENNIS, C.M. (2002). Start using "Hollywood" Physics in your classroom! The Physics Teacher, 40, 420-424.

EFTHIMOIU, C. y LLEVELLYN, R. (2004). Physics in Films: a new approach to teaching science. arXiv:physics/0404064v1

EFTHIMOIU, C. y LLEVELLYN, R. (2006). Physics in Films: an assessment. arXiv:physics/0609154v1

ELÍAS, C. (2010). El cine como arma de destrucción masiva de la ciencia. Revista Iberoamericana de Física, 6(1), 2-3.  
<http://www.feiasofi.net/images/revistaibfisica/num6/textos/foro.pdf>

EVERITT, L.R. y PATTERSON E.T. (1999). Electromagnetism in the movies. The Physics Teacher, 37, 511-512.

PALACIOS, S. (2012). Física en la Ciencia Ficción.  
<http://fisicacf.blogspot.com/>

ROGERS, T. (2007). Insultingly Stupid Movie Physic. Naperville, Sourcebooks Hysteria.

ROGERS, T. (2011). Insultingly Stupid Movie Physic.  
<http://www.intuitor.com/moviephysics/>

SEE (2012) Science and Entertainment Exchange.  
[www.scienceandentertainmentexchange.org](http://www.scienceandentertainmentexchange.org)