

DFI Report 1995



I M E D E A



**INSTITUTO MEDITERRANEO DE ESTUDIOS AVAN-
ZADOS**

**DEPARTAMENTO DE FISICA INTERDISCI-
PLINAR**

MEMORIA DE ACTIVIDADES 1995

Información actualizada en <http://www.imedea.uib.es/PhysDept>

1. Objetivos
2. Personal
3. Proyectos de Investigación
4. Actividades internas (seminarios)
5. Publicaciones

6. Conferencias, cursos y comunicaciones a congresos y reuniones científicas
7. Otras Actividades

1. Objetivos:

El Departamento de Física Interdisciplinar se crea en Junio de 1995 dentro de la reestructuración del antiguo IEA de Baleares y que da lugar al Instituto Mediterraneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) como Instituto Mixto entre el CSIC y la Universidad de las Islas Baleares.

El ámbito de actuación del Departamento es el de la Física Interdisciplinar para el que el CSIC ya ha convocado plazas específicas con un número de descriptores (BOE de 28 Sept. 1994, p. 29997).

Dentro del ámbito de Física Interdisciplinar, el Departamento desarrolla actualmente su actividad en el contexto moderno de la Ciencia No-Lineal o Sistemas complejos, con una fuerte componente metodológica de Física Estadística, Sistemas Dinámicos (Caos) y Métodos Computacionales. Los sistemas objetos de estudio incluyen los fluidos, materia condensada (transiciones de fase, medios granulares), sistemas ópticos (láseres) y sistemas biológicos. En el ámbito más aplicado el énfasis está en el uso de los resultados de la Ciencia No-Lineal en el ámbito de las Tecnologías de la Información (Fotónica).

Más allá del trabajo actualmente en marcha, y de forma programática, el Departamento asume que puntos importantes de crecimiento y desarrollo científico aparecen en las fronteras entre campos establecidos y defiende la actitud de un enfoque a muchos problemas, que implica la necesidad de cruzar los bordes interdisciplinarios que a menudo encorsetan el pensamiento. Pretende pues evitar una ciencia "incremental" basada únicamente en criterios de validez internos de un campo cerrado de la Física y asumir los riesgos de una investigación cambiante y "estratégica".

Dentro de ese ámbito de actuación actual y programático, la actuación conjunta de los miembros del Departamento se centra en el proyecto a 5 años "Física estadística, fenómenos no lineales y sus aplicaciones": Proyecto modalidad C, PB94-1167 de la DGICYT (1995-2000). En este proyecto participan todos los miembros del Departamento. El proyecto se enmarca en una tendencia clara de la física actual que se caracteriza por el estudio del comportamiento genérico de sistemas macroscópicos, enmarcándose en el campo interdisciplinario de la ciencia conocido como Ciencia No-Lineal y su descriptor de mercado "sistemas complejos". Si la física de principios de siglo se caracteriza por una actitud reduccionista, pretendiendo una caracterización de los últimos constituyentes de la materia, el énfasis en este campo es en la caracterización de propiedades globales consecuencia de la autoorganización y del comportamiento cooperativo no reducible de forma fácil (ni interesante) al de los componentes individuales últimos. El proyecto define una línea de trabajo diversificada sobre el estudio de las propiedades dinámicas de sistemas no lineales fuera del equilibrio y de trasvase de estos conocimientos de tipo básico al campo de las aplicaciones, particularmente en el campo de la fotónica. Al mismo tiempo desarrolla una

línea de investigación abierta para abordar las cuestiones fundamentales de la construcción de una Mecánica Estadística del caos espacio-temporal o caos en sistemas extensos (turbulencia débil). Objetivos específicos a corto plazo incluyen el estudio de aspectos no variacionales de la dinámica no lineal, fluctuaciones en la inestabilidad convectiva, estudio de la ecuación vectorial CGLE y sistemas forzados paramétricamente. Entre las cuestiones abiertas del estudio del caos espacio-temporal se plantea la existencia y caracterización de transiciones entre fases de comportamiento desordenado, la clasificación en clases de universalidad, las medidas cuantitativas del caos espacio-temporal y la descripción estocástica del comportamiento colectivo a grandes escalas. Entre las aplicaciones se pretenden resolver problemas de sincronización en láseres, caracterización y control de la filamentación en láseres semiconductor de área ancha y dinámica de la polarización del campo eléctrico.

El proyecto conjunto anterior viene complementado por otros proyectos (ver apartado 3) en temáticas más específicas en que participan distintos miembros del Departamento. En cuanto a temáticas de tipo básico se abordan una serie de aspectos de los sistemas no-lineales con comportamiento espacio-temporal autosimilar y de aquellos en los que aparecen de manera importante los efectos estocásticos: (a) estudio de transiciones de fase inducidas por ruido multiplicativo; (b) problemas de crecimiento por agregación aleatoria de partículas y que dan lugar a estructuras autosimilares; (c) estudios de advección caótica lagrangiana en flujos hidrodinámicos; (d) relación entre modelos de medios excitables y sistemas elásticos del tipo Knopoff-Burridge. En cuanto a estudios más cercanos a las aplicaciones se abordan los siguientes aspectos de la modelización de láseres de semiconductor para dispositivos fotónicos: (a) Comportamiento en el rango GHz-picosegundo, incluyendo comportamientos autopulsantes; (b) Degradación de prestaciones por efectos espaciales: 1) "longitudinal hole burning" en láseres DFB, 2) efectos de "spectral hole burning" en láseres de cavidad vertical y emisión superficial; (c) Competición de modos (longitudinales + polarización), especialmente en cavidades externas.

Se pretende además favorecer la colaboración con otros grupos del IMEDEA emprendiendo líneas altamente interdisciplinarias. En particular existe ya un proyecto conjunto con el grupo de Oceanografía Física del Dpto. de Recursos Naturales en el tema de la "Caracterización y dinámica de estructuras oceanográficas coherentes físicas y biológicas".

2. Personal

Personal de plantilla del IMEDEA:

- Dr. Salvador Balle (Prof. Titular)
- Dr. Pere Colet (Colaborador del CSIC en comisión de servicio)
- Dr. Emilio Hernández-García (Prof. Titular)
- Dr. Oreste Piro (Prof. Asociado extranjero permanente)

- Dr. Maxi San Miguel, Vicedirector del IMEDEA (Catedrático)
- Dr. Raúl Toral, Director del Departamento (Catedrático)

Personal asociado:

1) Sabáticos y visitantes senior:

- Dr. Nikolai Senkov, Lebedev Institutu, Moscú (Abril-Junio 1995).
- Prof. Daniel Walgref, Univ. Libre Bruselas, (Abril-Junio 1995)

2) Contratados y becarios postdoctorales:

- Dr. Luc Giles, contrato postdoctoral europeo dentro del proyecto CHRX CT93-0114 del programa HCM de la Unión Europea (Enero-Abril 1995).
- Dr. Sergio Ciuchi. Contrato del programa "Human Capital and Mobility" (nivel 40) de la UE dentro del proyecto "Non-classical light" (Junio-Oct. 1995).
- Dr. Marc Neufeld. Becario postdoctoral de la DGICYT (Enero - Oct.1995)
- Dr. Guido van Tartwijk. Contrato postdoctoral con cargo al proyecto "Gigahertz and picosecond optics in semiconductor laser devices" dentro del programa "Human Capital and Mobility" de la UE (Abril-Sept. 1995).

3. Becarios Predoctorales:

- Sr. José Martín. Becario de la CICYT dentro del Programa Nacional de Tecnologías de la Información. Director de beca: S. Balle.
- Sr. Raul Montagne. Becario del Instituto de Cooperación Iberoamericana. Director de beca: M. San Miguel.
- Sr. Rafael Salazar, Becario del Instituto de Cooperación Iberoamericana. Director de beca: R. Toral.
- Dra. Margalida Homar, Becaria TIC-CICYT.
- Dr. Tomàs Sintès, Becario DGICyT.

3. Proyectos de investigación vigentes

- "Non-classical light": European Network del programa "Human Capital and Mobility" de la UE. (CHRX-CT93-0114 y CHBG-CT93-0437) (1993-96). Responsable de uno de los 15 laboratorios participantes: M. San Miguel.
- "Non-classical light": Proyecto CE94-0028 de la DGICYT. Investigador Principal: M. San Miguel.
- "Métodos Analíticos y Computacionales en Sistemas Dinámicos": Proyecto conjunto CSIC (España)-JNICT (Portugal). Investigador Responsable: R. Toral.
- "Modelización, Simulación y Caracterización de Dispositivos para Comunicaciones Ópticas por Fibra". Proyecto TIC 93-0744 de la Comisión Interministerial Científica y Técnica (1993-95), coordinado entre la Universitat de les Illes Balears,

el Instituto de Física (CSIC - Universidad de Cantabria, Santander), el IEM (Madrid) del CSIC y la Universidad Politécnica de Madrid. Investigador Responsable del proyecto conjunto: M. San Miguel. Participan por la UIB: S. Balle, P. Colet, E. Hernández-García, M. Homar y R. Toral. (1993-1995).

- "Dinámica Espacio-Temporal de Sistemas Fuera del Equilibrio": Proyecto PB92-0046 de la DGICYT (1993-95). Participan: R. Toral, O. Piro, E. Hernández-García, J. Cartwright, R. Montagne y T. Sintes.

- "Spatio-temporal Chaos and complex patterns in Moderately high dimensional and extended Dynamical Systems": Contrato postdoctoral dentro del programa "Human Capital and Mobility" de la UE. Responsable: O. Piro, becario J. Cartwright.

- "Gigahertz and picosecond optics in semiconductor laser devices": European Network del programa "Human Capital and Mobility" de la UE (CHRX-CT94-0594) (1994-1997). Responsable de uno de los 7 laboratorios europeos participantes: M. San Miguel.

- "Física estadística, fenómenos no lineales y sus aplicaciones": Proyecto PB94-1167 de la DGICYT (1995-2000). Investigador principal: M. San Miguel. Participan: S. Balle, V. Caselles, P. Colet, E. Hernández-García, R. Montagne, O. Piro y R. Toral.

- "Estudio teórico y experimental de diodos láser para aplicaciones en tecnologías de la información y las comunicaciones". Proyecto TIC95-0563-CO5 de la Comisión Interministerial Científica y Técnica. (1995-98) Participan: el Instituto de Física (CSIC - Universidad de Cantabria, Santander), la Universitat de les Illes Balears, el IEM (Madrid) del CSIC, la Universidad Politécnica de Madrid y el CNM (Madrid) del CSIC. Investigador responsable de la UIB: S. Balle. Investigador principal del proyecto conjunto: L. Pesquera (Santander). Participan: P. Colet, M. Homar y J. Martin-Regalado.

- "Fluctuaciones, caos y leyes de escala en la dinámica de sistemas no lineales": Proyecto PB94-1172 de la DGICYT. (1995-98). Investigador principal: R. Toral. Participan: E. Hernández-García, O. Piro y T. Sintes.

- "Noise induced phase transitions" (CRG 950055), subvencionado por la oficina científica de la OTAN (1995-97) Participan la UNED (Madrid), Universidad de Limburgs (Belgica) y University of Alabama (Birmingham, USA). Investigador principal: R. Toral.

- "Collective dynamics of nonlinear oscillator arrays", subvencionado por la oficina científica de la OTAN (1995-97). Colaboración la School of Physics of the Georgia Institute of Technology (Atlanta, USA). Investigador Principal (parte española): P. Colet.

4. Actividades internas: Seminarios del DFI/IMEDEA (desde Junio 1995)

-Salvador Balle: *Broad area lasers*.

- Sergio Ciuchi: *Transient phase dynamics and polarization.*
- Raúl Toral: *Kuppers-Lortz instability.*
- Guido van Tartwijk: *Controlling Spatio-Temporal dynamics in broad area semiconductor lasers using weak delayed optical feedback.*
- Pere Colet: *Synchronization transitions in disordered Josephson series arrays.*
- Pedro Garrido (Univ. de Granada) *Ecuaciones de Fokker Planck exactas para modelos fuera del equilibrio y Principio caótico.*
- Héctor Calisto: *Potencial efectivo y transiciones de ruido debil.*
- Julyan Cartwright: *Advección caótica.*
- Tomas Sintès (Institut für Festkörperforschung Forschungszentrum, Jülich), *Membranas y translocación proteica.*
- L. Kramer (Univ. Bayreuth). Serie de tres seminarios: *An Introduction to the Complex Ginzburg Landau Equation.*

5. PUBLICACIONES

- *Global diffusion in a realistic three-dimensional time-dependent nonturbulent fluid flow*, Phys. Rev. Lett. **75**, 3669 (1995) (J.H.E. Cartwright, M. Feingold, and O. Piro).
- *Phase instabilities in the Laser Vector Complex Ginzburg Landau Equation* . Phys. Rev. Lett. **75**, 425-428 (1995) (M. San Miguel).
- *XXV years of Nonequilibrium Statistical Mechanics*, Eds. J. Brey, M. Rubi, J. Marro and M. San Miguel. Lecture Notes in Physics, vol. 445. Springer Verlag (1995).
- *Large Scale Simulations of the Two-Dimensional Cahn-Hilliard Model*, Physica **A 213**, 41 (1995). (R.Toral, A. Chakrabarti, and J.D. Gunton).
- *Current modulation and transient dynamics of single-mode semiconductor lasers under different feedback conditions*, IEE Proceedings-J. Optoelectronics **142**, 17-22 (1995) (C.R. Mirasso, E. Hernández-García, J. Dellunde, M.C. Torrent and J.M. Sancho).
- *Localized states in the chaotic Ce atom*, Physical Review **A51**, 4279 (1995) (M. Feingold y O. Piro).
- *Pitch perception of complex sounds: nonlinearity revisited.*, Proceedings of 2nd International Conference on Acoustic and Musical Research (CIARM, Ferrara, Italy), 319-328 (1995), F. Pedrielli, editor, (D.L. Gonzalez, L. Morettini, F. Sportolari, O. Rosso, J.H.E. Cartwright and O. Piro).
- *Analytical calculations of switch-on time and timing jitter in diode lasers subjected to optical feedback and external light injection*, Optics Communications

- 115**, 523-527 (1995). (J. Dellunde, M. C. Torrent, C. R. Mirasso, E. Hernández-García, and J. M. Sancho).
- *Polarization state selection and stability in a laser with a transversally isotropic resonator: No lasing despite inversion above threshold*, Optics Communications **117**, 344 (1995) (N. B. Abraham, E. Arimondo, and M. San Miguel).
 - *Light polarization dynamics in semiconductor lasers*. Phys. Rev. A **52**, 1728-1739 (1995) (M. San Miguel, Q. Feng and J. V. Moloney).
 - *Transient dynamics of single -mode semiclassical lasers subjected to both optical feedback and external light injection* Optical and Quantum Electronics **27**, 755-760 (1995). (J. Dellunde, C.R. Mirasso, M.C. Torrent, J.M. Sancho and E. Hernández-García).
 - *Polarization instabilities in transverse laser patterns in Fluctuation phenomena: Disorder and Nonlinearity*, pp. 413-419, Eds. A. Bishop, S. Jimenez and L. Vazquez (World Scientific 1995). (M. San Miguel, Q. Feng, J. Moloney, and A. Newell).
 - *Computational Field Theory and Pattern Formation*, en *III Granada lectures in Computational Physics*, ed. P.L. Garrido, J. Marro, 3-65, (World Scientific, 1995). (R. Toral).
 - *Effect of phase conjugate optical feedback on turn-on jitter in laser diodes*, Opt. Lett. **20**, 2213-2215 (1995) (J. Revuelta, L. Pesquera, E. Hernández-García and C. Mirasso).
 - *Non-Equilibrium Phase Transition Induced by Multiplicative Noise*, C. van den Broeck, J.M.R. Parrondo, R. Toral, 25 Years of Non-Equilibrium Statistical Mechanics, J.Brey et al. eds, Springer Lecture Notes in Physics, vol. 445, 322 (1995).
 - *Finite-Size Effects in the Kardar-Parisi-Zhang Equation*, R. Toral, B. Forrest, 25 Years of Non-Equilibrium Statistical Mechanics, J.Brey et al. eds, Springer Lecture Notes in Physics, vol. 445, 344 (1995).
 - *Computational Studies of the Complex Ginzburg-Landau equations and its non-equilibrium potential*, R. Montagne, E. Hernández-García, M. San Miguel, in 3rd Granada Lectures in Computational Physics, P.L. Garrido, J. Marro eds, Springer (1995) 317-318.
 - *Statistical properties of the spectrum of light pulses in fast pseudorandom word modulation of a single mode semiconductor laser*, S. Balle, M. Homar y M. San Miguel, IEEE J. Quantum Electron. **31**, 1401- 1408 (1995)
 - *Effective Two-Level-Model with asymmetric gain for laser diodes*, S. Balle, Optics Commun. **119**, 227- 235 (1995)
 - *Chaos in Biology*, O. Piro, L. Cartwright, Proceedings of the International School of Biophysics, p. 18-28 (1995), Editor: R. Rial, Universitat de les Illes Balears, ISBN: 84-7632-272-0.

6. Conferencias, cursos y comunicaciones a congresos y reuniones científicas.

1. Conferencias y charlas por invitación

- *Aspects of polarization state selection in lasers*, Nonclassical light (Corvara, Italia, 28 Enero-4 Febrero 1995) (M. San Miguel)
- *How neutral are neutral tracers?* Transport in the Atmosphere and Oceans (ESF Programm), Zeroth Year Meeting, (Lerici, Italia, Abril 1995). (O. Piro)
- *Patterns in the Vector Complex Ginzburg Landau Equation*, Complex patterns in distributed active media (Erfurt, Alemania, 10-13 Julio 1995). (M. San Miguel)
- *Aspects of polarization state selection in laser* en "8th Conference on Laser Optics: Symposium on Nonlinear Dynamics in Laser Systems" San Petersburgo (Rusia) (27 Junio-1 Julio 1995) (M. San Miguel)
- *Lubricated earthquakes in elastic excitable systems*, First School-Conference in Stochastics, Dynamics and Networks, (Marseille, France, Setiembre 1995) (O. Piro)
- *Percepción del tono de sonidos complejos*, Primer congreso internacional sobre matemática y diseño, (Universidad de Buenos Aires, Argentina, Noviembre 1995). (O. Piro)
- *Stochastic Effects in Nonequilibrium Systems*, curso invitado en 6th International Workshop on Instabilities and Nonequilibrium Structures, (Valparaíso, Chile, Diciembre 1995). (R. Toral y M. San Miguel)

2. Asistencia y comunicaciones a congresos:

- * Nonclassical light (Corvara, Italia, 28 Enero-4 Febrero 1995). Asisten P. Colet, L. Gilles y M. San Miguel.
- * SIOE'95 Semiconductor and integrated optoelectronics conference (Cardiff, U.K. 27-29 Marzo 1995). Asiste J. Martín. Comunicación: J. Martín, S. Balle, N.B. Abraham: *Spatio-temporal dynamics of gain-guided semiconductor laser arrays*,
- * XX General Assembly of the European Geophysical Society. Hamburgo, abril 1995. A. Alvarez, J. Tintoré, E. Hernández-García. *Implications of Langevin topographic turbulence on large-scale ocean modelling*.
- * Nonlinear Dynamics in Optical Systems 95, del 5 al 7 de Junio, en Rochester (NY, USA). Asisten: S. Balle, P. Colet, M. Homar, J. Martín-Regalado y M. San Miguel. Comunicaciones:
 - J. Martín, S. Balle, N.B. Abraham: *Spatio-Temporal Dynamics of Gain Guided Semiconductor Laser Arrays*,
 - S. Balle, P. Colet: *Longitudinal Effects in Distributed-Feedback Laser Diodes*

- S. Balle: *Modelling Spectral Gain and Refraction Index in Semiconductor Lasers*, Nonlinear Dynamics in Optical Systems 95, del 5 al 7 de Junio, en Rochester (NY, USA).
- A. Amengual, M. San Miguel, R. Montagne, E. Hernández-García. *Polarization Pattern Dynamics in the Laser Vector Complex Ginzburg-Landau Equation*.
- *Seventh Rochester Conference on Coherence and Quantum Optics (Rochester, USA, 7-10 Junio 1995). Asisten: M. San Miguel y P. Colet. Comunicación: M. San Miguel, N.B. Abraham and E. Arimondo: *Coherence effects in polarization selection in lasers*,
- * International Workshop on Measures of Spatio-Temporal Dynamics. Bryn Mawr, junio 1995. Asiste: M. San Miguel. Comunicaciones:
- M. San Miguel, A. Amengual, E. Hernández-García, R. Montagne *Polarization Pattern Dynamics in a Laser..*
- M. San Miguel, R. Montagne, E. Hernández-García. *Numerical Analysis of a Lyapunov Functional for the Complex Ginzburg-Landau Equation*.
- *Chaos: Towards the next century, Como (Italia) junio 1995. Asisten, E. Hernández-García, O. Piro y J. Cartwright. Comunicaciones:
- E. Hernández-García: *Regular and Chaotic Behavior in the Vector Complex Ginzburg-Landau Equation*
- E. Hernández-García, O. Piro. *Lubricated Earthquakes in Excitable Media*.
- J. Cartwright, O. Piro. *Chaotic Advection in three-dimensional unsteady incompressible laminar flow*.
- * Dynamics Days'95. Lyon, junio 1995. Asisten: E. Hernández-García, R. Montagne y O. Piro. Comunicaciones:
- A. Amengual, E. Hernández-García, R. Montagne, M. San Miguel, D. Walgraef. *Regular and Chaotic Behavior in the Vector Complex Ginzburg-Landau Equation*.
- E. Hernández-García, O. Piro. *Lubricated Earthquakes in Elastic Excitable Media..*
- R. Montagne, E. Hernández-García, and M. San Miguel. *Survey on an Approximate Non-Equilibrium Potential for the Complex Ginzburg-Landau Equation*.
- O. Piro, *Global diffusion in a realistic three-dimensional time-dependent nonturbulent fluid flow*,
- *1995 Semiconductor laser and amplifier workshop (Veldhoven, Holanda, 21-23 Septiembre 1995). Asisten: S. Balle, G. van Tartwijk y M. San Miguel. Comunicaciones:
- J. Martin-Regalado, M. San Miguel, N.B. Abraham and F. Prati: *Polarization switching in VCSELs*

- M. San Miguel, S. Balle, M. Homar: *Modelling asymmetric gain in laser diodes: application to the multilongitudinal mode behavior of a FP laser*

7. Otras actividades de miembros del Departamento

1. Visitas y seminarios en otros centros

- O. Piro: Visita al Instituto de Cosmogeofísica del CNR en Torino, Italia, (Mayo 1995). Seminario: *Lubricated earthquakes in elastic excitable systems*.

- P. Colet: Visita a la School of Physics del Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA, (Junio-Julio 1995).

- O. Piro: Profesor invitado en el Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina (Octubre-Noviembre 1995). Se impartió un Curso de Dinámica Hamiltoniana en ese departamento y un seminario titulado *Terremotos lubricados en medios excitables elásticos*, en el Departamento de Física de esa universidad y en su homólogo de la Universidad de Buenos Aires.

- O. Piro: Visita al Department of Mathematics, University of Indiana, Bloomington, Indiana, USA, (Noviembre 1995). Seminario: *Seismology, physiology and transmission lines in only one mathematical model*.

- M. San Miguel: Visitas a la Universidad de Leiden (Sept. 1995)

2. Comités, organización de cursos y reuniones, etc.

-M. San Miguel: "Nonlinear Dynamics in Optical Systems NDOS'95" (Rochester, New York, 5-7 Junio 1995). Miembro del Advisory Committee.

- P. Colet: Miembro del Program Committee de "Nonlinear Dynamics of Optical Systems NDOS'95" (Rochester, 5-7 Junio 1995).

-M. San Miguel: "6th International Workshop on Instabilities and Nonequilibrium Structures", Santiago de Chile (Diciembre 1995). Miembro del International Advisory Committee.