

**Fecha del CVA** | 25/11/2021

**Parte A. DATOS PERSONALES**

Nombre y apellidos	Juan Sánchez Umbría		
DNI/NIE/pasaporte	46334235E	Edad	58
Núm. identificación investigador	Researcher ID	J-7234-2012	
	Código Orcid	0000-0002-3271-8012	

**A.1. Situación profesional actual**

Organismo	Universitat Politècnica de Catalunya		
Dpto./Centro	Departament de Física		
Dirección	Jordi Girona Salgado 1-3, Campus Nord UPC, Mòdul B4, Barcelona 08034		
Teléfono	934017981	Correo electrónico	<a href="mailto:juan.j.sanchez@upc.edu">juan.j.sanchez@upc.edu</a>
Categoría profesional	Titular Universidad (acreditado como catedrático por la ANECA)	Fecha inicio	25/05/1998
Palabras clave	Dinámica no lineal de fluidos, Problema de Taylor-Couette, Ruptura de vórtices, Convección Térmica en esferas y coronas esféricas en rotación, Aplicaciones en Geofísica y Astrofísica, Magnetohidrodinámica, Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales, Paralelismo, Sistemas dinámicos, Variedades invariantes, Métodos de continuación, Teoría de bifurcaciones.		
Keywords	Nonlinear fluid dynamics, Taylor-Couette problem, Vortex breakdown, Thermal convection in spheres and spherical shells, Geophysics and Astrophysics Applications, Magnetohydrodynamics, Numerical methods for partial differential equations, Parallelism, Dynamical systems, Invariant manifolds, Continuation methods, Bifurcation theory.		

**A.2. Formación académica** (título, institución, fecha)

Licenciatura/Grado/Doctorado	Universidad	Año
Licenciado Matemáticas	Universidad de Barcelona	1986
Doctorado Matemáticas	Universidad de Barcelona	1994

**A.3. Indicadores de calidad de la producción científica** (véanse instrucciones)

Fuente WOS (otras bases de datos dan índices más altos).

**Nº sexenios investigación:** 4    **Último sexenio:** 5/06/2019 (periodo 2013-2018)  
**Nº tesis (10 últimos años):** 1    **Publicaciones en el primer cuartil (últimos 10 años):** 16  
**Número total de citas:** 627    **Citas/año (últimos 5 años):** 56  
**Índice h:** 15    **Nº congresos por invitación (últimos 10 años):** 32  
**Nº proyectos como IP:** 5

**Parte B. RESUMEN LIBRE DEL CURRÍCULUM** (máximo 3500 caracteres, incluyendo espacios en blanco)

Desde mi incorporación a la UPC en 1986 mi trabajo ha consistido, esencialmente, en el análisis de problemas de Mecánica de Fluidos usando técnicas de sistemas dinámicos, es decir, mediante el cálculo de diferentes tipos de soluciones (estacionarias, periódicas, quasiperiódicas, caóticas, etc.) y el estudio de su estabilidad y bifurcaciones. Los problemas en los que he trabajado incluyen algunos en los que la inestabilidad es

centrífuga como el de Taylor-Couette (flujo entre dos cilindros en rotación independiente) que fue el objeto de mi tesis doctoral y de una de las que he dirigido, o el de la rotura de vórtices (flujo en el interior de un cilindro forzado por la rotación de una o las dos tapas). Entre los logros alcanzados en este periodo cabe destacar el análisis detallado que se hizo de las transiciones desde los llamados vórtices de Taylor en el problema de Taylor-Couette a soluciones con dependencia azimutal. Se obtuvieron todos los flujos que se observan experimentalmente.

Posteriormente pasé a trabajar en problemas de convección térmica en esferas y coronas esféricas en rotación con aplicación a sistemas geofísicos y astrofísicos. Al obtener una descripción pormenorizada de las transiciones desde el estado conductivo inicial se encontraron tipos de inestabilidades no descritas hasta entonces, como la transición a ondas polares con dependencia azimutal y antisimétricas respecto del ecuador. También se encontraron, por primera vez, regiones de parámetros para los que la primera transición da lugar a soluciones periódicas independientes de la coordenada azimutal y casi antisimétricas respecto del ecuador (oscilaciones torsionales). Aplicando técnicas de continuación para órbitas periódicas en el sistema de referencia adecuado, se calcularon diagramas de bifurcación de las ondas azimutales puras y moduladas.

En paralelo, durante los últimos dieciséis años, he trabajado también en el desarrollo de nuevos métodos numéricos para el cálculo de variedades invariantes mediante métodos de continuación, para sistemas dinámicos obtenidos mediante la discretización de ecuaciones en derivadas parciales. Estas técnicas, que son las que nos han permitido un análisis eficiente y en profundidad de los problemas hidrodinámicos anteriores, han sido pioneras a nivel internacional y han sido adoptadas por otros investigadores. Entre los logros más destacables está el desarrollo de técnicas para la continuación de órbitas periódicas por tiro simple y múltiple para sistemas de dimensión muy elevada, así como de los lugares geométricos de sus bifurcaciones. También se describió como calcular toros invariantes mediante dos técnicas diferentes, una de ellas muy paralelizable.

Mi interés a medio y largo plazo es tratar de explicar los fenómenos observables en planetas y estrellas que tengan como ingrediente fundamental la convección térmica y analizar su papel en la generación de campos magnéticos autosostenidos. Los dos logros más recientes han sido mostrar la migración latitudinal de los vórtices de energía cinética de los flujos torsionales y detectar la generación de "bursts" de campo magnético por flujos torsionales axisimétricos.

**Lineas de investigación:**

Mecánica de fluidos, Problema de Taylor-Couette, Ruptura de vórtices, Convección térmica en geometrías cartesiana, cilíndrica y esférica, Magnetohidrodinámica, Métodos de continuación de variedades invariantes y detección de bifurcaciones en sistemas de dimensión elevada, Teoría de bifurcaciones, Integración temporal, Métodos numéricos para EDP, Métodos espectrales, Elementos finitos y espectrales, Paralelismo, Modelos en Hemodiálisis.

**Puestos desempeñados:**

- Prof. Ayudante de Universidad, UPC, 11/1986—11/1987,
- Prof. Asociado a tiempo completo, UPC, 11/1987—04/1990,
- Prof. Titular de Escuela Universitaria, UPC, 05/1990—05/1998,
- Prof. Titular de Universidad, UPC, 05/1998—actualidad.

**Cursos internacionales impartidos:**

- Título: Numerical methods for large-scale dissipative dynamical systems. Centro organizador: Instituto de Matemáticas de la Universidad de Sevilla (IMUS). Lugar y fecha: 25-29 de Enero 2016. Como parte del curso Recent Trends in Nonlinear Science: 13th winterschool in Dynamical Systems de la red DANCE (Dinámica, Atractores y No linealidad: Caos y Estabilidad).

**Parte C. MÉRITOS MÁS RELEVANTES** (ordenados por tipología)

**C.1. Publicaciones** (últimos 6 años)

- Sánchez J., Net M., Three-dimensional quasiperiodic torsional flows in rotating spherical fluids at very low Prandtl numbers, *Physics of Fluids* 33 114103-14 (2021)
- Sánchez J., Net M., Continuation of double-Hopf points in thermal convection of rotating fluid spheres, *SIAM Journal of Applied Dynamical Systems*, 20, 208-231 (2021)
- Sánchez J., Net M, Vega, J.M., Analyzing thermal convection in a two-dimensional circular annulus via spatio-temporal Koopman decomposition, *Physica D* 402, 132257-1–132257-13 (2020)
- Sánchez J., Net M., Generation of bursting magnetic fields by nonperiodic torsional flows, *Physical Review E* 100, 053110-1–053110-11 (2019)
- Sánchez J., Net M., Torsional solutions of convection in rotating fluid spheres, *Physical Review Fluids* 4 013501-1–013501-22 (2019)
- Sánchez J., Net M., Prandtl number dependence of convective fluids in tall laterally heated slots, *European Physical Journal Special Topics* 227 457-461 (2018)
- Sánchez J., Net M., Stationary flows and periodic dynamics of binary mixtures in tall laterally heated slots, in *Computational Modelling of Bifurcations and Instabilities in Fluid Mechanics. Computational Methods in Applied Sciences*. Ed. Alexander Gelfgat., Springer 171-216 (2018) ISBN:978-3-319-91493-0
- Sánchez J., Net M., Periodic orbits in tall laterally heated rectangular cavities, *Physical Review E* 95 023102-1–023102-9 (2017)
- Sánchez J., Net M., Numerical continuation methods for large scale dissipative dynamical systems, *European Physical Journal Special Topics* 225, 2465-2486 (2016)
- Sánchez J., Garcia F., Net M., Critical torsional modes of convection in rotating fluid spheres at high Taylor numbers, *Journal of Fluid Mechanics* 791, 1-11 (2016)
- Sánchez J., Garcia F., Net M., Radial collocation methods for the onset of convection in rotating spheres, *Journal of Computational Physics* 308, 273-288 (2016)
- Garcia F., Net M., Sánchez J., Continuation and stability of convective modulated rotating waves in rotating spherical shells, *Physical Review E* 93, 013119(11) (2016)
- Garcia F., Sánchez J., Dormy E., Net M., Oscillatory Convection in Rotating Spherical Shells: Low Prandtl Number and Non-slip Boundary Conditions, *SIAM Journal of Applied Dynamical Systems* 14 1787-1807 (2015)
- Net M., Sánchez J., Continuation of Bifurcations of Periodic Orbits for Large-Scale Systems, *SIAM Journal of Applied Dynamical Systems* 14(2), 674-698 (2015)
- Garcia F., Sánchez J., Net M., Numerical simulations of thermal convection in rotating spherical shells under laboratory conditions, *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 230, 28-44 (2014)

- Dijkstra, H. A., et. al., Numerical Bifurcation Methods and their Application to Fluid Dynamics: Analysis beyond Simulation, Communications in Computational Physics 15, 1-45 (2014)
- Garcia F., Bonaventura, L., Net M., Sánchez J., Exponential versus IMEX high-order time integrators for thermal convection in rotating spherical shells, Journal of Computational Physics 264 41-54 (2014)

## **C.2. Proyectos**

- Oscilaciones convectivas en geometría esférica: estabilidad y generación de campos magnéticos, MEIC-DGI FIS2016-76525-P, 30/12/16-29/12/20 IP: Juan Sánchez Umbría, UPC, 32000 €. Investigador principal.
- Grup de sistemes dinàmics, AGAUR-GENCAT (2017-SGR-1374), 01/01/17-31/12/19, IP: Àngel Jorba Monte, UB-UPC, 43924€. Investigador.
- Estudio numérico de los mecanismos de transición a la turbulencia débil de la convección térmica en geometría esférica con rotación, MEC-DGICT FIS2013-40674-P, 01/01/14-31/12/16, IP: Juan Sánchez Umbría, UPC, 20000 €. Investigador principal.
- Grup de sistemes dinàmics, AGAUR-GENCAT (2014-SGR-1145), 01/01/14-31/12/16, IP: Àngel Jorba Monte, UB-UPC, 43000€. Investigador.
- Cálculo numérico de variedades invariantes en EDPs disipativas. Aplicaciones a la convección térmica, MCI-DGI (MTM2010-16930), 01/01/11-31/12/13, IP: Juan Sánchez Umbría, UPC, 21100€. Investigador principal.
- Grup de sistemes dinàmics, AGAUR-GENCAT (2009-SGR-67), 31/12/09-31/12/12, IP: Àngel Jorba Monte, UB-UPC, 72800€. Investigador.
- Convección térmica de fluidos puros y binarios en una capa de fluido esférica sometida a rotación elevada, MEC-DGI (FIS2007-64993), 01/01/08-31/12/10, IP: Juan Sánchez Umbría, UPC, 25000€. Investigador principal.
- Dinámica, Atractores y No linealidad: Caos y Estabilidad, MCI (MTM2008-01396-E/MTM) 01/01/09-01/08/10, IP: Carmen Núñez Jiménez, 12.000€. Investigador.
- Estudio numérico de los primeros estadios de la convección térmica en una capa esférica de fluido en rotación, MEC-DGI (FIS2004-01066), 13/12/04-12/12/07, IP: Juan Sánchez Umbría, 17940€. Investigador principal.

**C.6. Congresos.** Participación en unas cincuenta contribuciones a congresos en los últimos diez años, más de treinta por invitación.

## **C.7. Organización de congresos**

- Participación en la organización del International Couette-Taylor Workshop de 2013 en Barcelona.
- Organizador de un minisimposium en el 11th. World Congress on Computational Mechanics (WCCM2014) en Barcelona en 2014.
- Coorganizador del congreso GdR 2016 en Barcelona en 2016.

## **C.8. Tesis dirigidas:**

- Fernando García González. Thermal convection in rotating spherical shells. UPC, Dept. Física Aplicada (2012). Apto Cum Laude.
- Josefina Antonijoan Rull. Bifurcaciones secundarias en el flujo de Taylor-Couette. UPC, Dept. Física Aplicada (1999). Apto Cum Laude.

### **C.9. Proyectos de Máster o final de carrera dirigidos:**

- José María González Castro. A comparison of three renal hemodialysis models. UPC, Máster en Física Computacional y Aplicada (2012). Notable.

### **C.10. Organización de cursos**

- Título: Finite elements and fast iterative solvers. Profesor: D. J. Silvester (University of Manchester). Centro organizador: Dept. de Física Aplicada, UPC. Lugar y fecha: Barcelona, 28 Junio-2 Julio 2010
- Título: Practical aspects of the finite element method. Profesor: B. García-Archilla (Universidad de Sevilla). Centro organizador: Dept. de Física Aplicada, UPC. Lugar y fecha: Barcelona, 26-30 Septiembre 2011.

### **C.11. Gestión de clusters de computación**

Gestor de *clusters* de computación de los tipos MOSIX, OSCAR y ROCKS en el Dept. de Física desde el año 2000 hasta la actualidad.

### **C.12. Evaluación en revistas**

Revisor para las revistas ACM Transactions on Mathematical Software, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulations, Computers and Fluids, Discrete and Continuous Dynamical Systems-Series B, Fluid Dynamics Research, IMA Journal of Applied Mathematics, Journal of Computational Physics, Physics of Fluids, SIAM Journal on Scientific Computing, Theoretical and Computational Fluid Dynamics.

### **D. Docencia impartida**

- Cálculo I (Teoría). Titulación: Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Primer curso. (1986-1988).
- Álgebra (Problemas). Titulación: Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Primer curso. (1986-1987).
- Geometría Diferencial (Teoría y problemas). Titulación: Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Segundo curso. (1987-1989). Responsable de la asignatura durante el curso 1988-1989.
- Física I (Teoría, problemas y prácticas de laboratorio). Titulación: Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Primer curso. (1989-1996). Contenido: Mecánica Newtoniana de partículas y sólido rígido, Estática, Termodinámica. Responsable de la asignatura durante algunos cursos.
- Mecánica (Teoría y problemas). Titulación: Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Tercer curso. (1989-1990). Contenido: Mecánica Lagrangiana y Hamiltoniana. Responsable de la asignatura.
- Integradores para ecuaciones diferenciales ordinarias. Titulación: Doctorado en Física Aplicada. (1990-1993). Responsable de la asignatura.
- Métodos Numéricos para Ecuaciones en Derivadas Parciales. Titulación: Doctorado en Física Aplicada. (1995-1997). Responsable de la asignatura.
- Mecánica (Prácticas laboratorio). Titulación: Ingeniería Técnica de Obras Públicas. Primer curso. (1997-2000). Contenido: Mecánica Newtoniana de partículas y sólido rígido, Estática.
- Métodos Numéricos en Mecánica de Fluidos. Titulación: Doctorado en Física Aplicada y Simulación en Ciencias. (1998-2006). Responsable de la asignatura. En Inglés.

- Mecánica Racional (Teoría, problemas y prácticas de laboratorio). Titulaciones: Ingeniería de Caminos Canales y Puertos, y Grado en Ingeniería Civil. Primer curso. (1996-2020). Contenido: Mecánica. En Inglés en uno de los grupos.
- Métodos Numéricos en Sistemas Disipativos. Titulación: Máster en Física Computacional y Aplicada. (2008-2011). Responsable de la asignatura. En Inglés.
- Elementos Finitos. Titulación: Máster en Física Computacional y Aplicada. (2010-2012). Responsable de la asignatura. En Inglés.
- Física. Titulación: Grado en Ingeniería Civil. Primer curso. (2011-actualidad). Contenido: Elasticidad, Fluidos, Termodinámica, Oscilaciones, Ondas.
- Métodos Numéricos en Sistemas Continuos. Titulación: Máster en Ingeniería Física. (2018-actualidad). Responsable de la asignatura. En Inglés.
- Métodos Numéricos y Computacionales I (Prácticas de laboratorio). Titulación: Grado en Ingeniería Física. Primer curso. (2019-actualidad).
- Cálculo Numérico (Problemas y prácticas de laboratorio). Titulación: Grado en Matemáticas UPC. Tercer curso.(2019-actualidad).
- Métodos Numéricos y Computacionales II (Prácticas de laboratorio) . Titulación: Grado en Ingeniería Física. Segundo curso. (próximo semestre de 2021).