

**Viernes, 11 de Enero**

**Fenómenos críticos en colapso gravitatorio**

José María Martín García

Instituto de Estructura de la Materia (CSIC)

**Abstract**

Un agujero negro, formado por ejemplo por colapso gravitatorio de una estrella, contiene en su interior una singularidad de curvatura espacio-temporal infinita. Esta singularidad no es visible desde el exterior porque está aislada por la superficie del agujero negro, el llamado "horizonte de sucesos". Desde los años 60 se ha especulado sobre la posibilidad de la existencia de una singularidad "desnuda", es decir no rodeada por tal horizonte, y fue en los 90 cuando se descubrió mediante simulaciones numéricas que sí son posibles. En este seminario, tras introducir unas nociones básicas de Relatividad General, veremos cómo se pueden formar singularidades desnudas en experimentos de colapso gravitatorio de campo escalar y qué propiedades tienen. El proceso está controlado por un atractor autosemejante en el espacio de fases del sistema, y construiremos numéricamente esta solución usando métodos pseudo-espectrales adaptados, lo cual nos permitirá resolver el problema de qué sucede tras la formación de la singularidad.

\*\*\*\*\*

**Viernes, 15 de Febrero**

**Descripción teórica de materiales fuertemente correlacionados: la teoría de campo medio dinámico**

Jaime Merino

Dpto. Física Teórica de la Materia Condensada (UAM)

**Abstract**

A pesar del esfuerzo realizado durante las dos últimas décadas, muchas de las propiedades electrónicas observadas en sistemas fuertemente correlacionados de baja dimensionalidad siguen sin tener una descripción teórica adecuada. Este es el caso de la superconductividad de alta temperatura crítica, el comportamiento de los fermiones pesados, las propiedades metálicas anómalas cerca de la transición Mott y la superconductividad en materiales moleculares. El alto grado de precisión alcanzado recientemente en experimentos de fotoemisión ha desencadenado una gran actividad teórica para desarrollar nuevas técnicas de acoplo fuerte para describirlos. La teoría de campo medio dinámico (DMFT) desarrollada recientemente permite tratar los efectos de correlación local exactamente y es especialmente adecuada para describir propiedades dinámicas y de transporte de materiales fuertemente correlacionados. Mostraré como DMFT es capaz de describir el metal 'malo' observado en conductores orgánicos y óxidos de cobalto. Extensiones recientes de este formalismo permiten además incluir efectos de correlación de corto alcance necesarios para capturar la competencia entre magnetismo, superconductividad y aislante Mott que aparecen en muchos de estos sistemas.

\*\*\*\*\*

**Jueves, 12 de junio**

**Métodos numéricos para la detección de defectos**

María Luisa Rapún

ETSI Aeronáuticos (UPM)

**Abstract**

En este trabajo abordaremos la solución de problemas inversos asociados con la detección de objetos mediante métodos no invasivos. Este tipo de problemas surge en campos tan diversos como la medicina (detección de tumores), geología (localización de bolsas de gas o de petróleo), análisis de estructuras (detección de grietas), arqueología (localización de yacimientos), etc. Nos centraremos en una técnica que consiste en excitar electromagnética, térmica o acústicamente un medio que posee un número finito de objetos internos. Se tratará entonces de reconstruir numéricamente dichos objetos a partir de mediciones de la onda total recibida en una serie de receptores. Replantearemos el problema original como un problema de optimización en el que minimizaremos un cierto funcional de coste. Para ello, utilizaremos una estrategia basada en el concepto de derivada topológica. Propondremos dos métodos iterativos distintos para resolver el problema y mostraremos una serie de ensayos numéricos con diferentes configuraciones geométricas en los que se apreciará la gran potencia de los métodos. En una primera aproximación, supondremos que los parámetros constitutivos de los distintos materiales tanto fuera como dentro de los defectos son conocidos y nos preocuparemos de la reconstrucción de los objetos. Por último, se abordará brevemente el problema completo en el que también los parámetros interiores serán desconocidos.

\*\*\*\*\*

**Viernes, 20 de junio**

**The Shape of the Optimal Javelin: A dynamical-systems approach using a similarity solution**

Yossi Farjoun

Massachusetts Institute of Technology

**Abstract**

Optimal shape problems can be often converted into eigenvalue maximization problems. In many cases the resulting ODE is singular at the ends of the domain, and this leads to difficulties in the numerical solution. I will present one such physical problems: Finding the tapering of the javelin whose lowest mode of vibration has the largest frequency. With this tapering, inner damping will lead to the cessation of the vibration at the fastest possible rate. The resulting equations governing the vibration and the tapering of the javelin have a singularity at the ends thereof, are difficult to solve directly and a naïve approach fails. Using a similarity solution of the ODE, the problem is reduced to a non-linear dynamical system with a critical point. This dynamical system is no longer singular and by starting near the critical point and solving the system "backwards" the solution is found. The resulting shape has a frequency of vibration 5 times larger than that of the uniform-diameter rod. The method of solution is applicable to other similar problems. For example, the shape of the tallest column (the problem that inspired this study) can also be found, and with this method the results of J.B. Keller and F.I. Niordson are easily reproduced.

\*\*\*\*\*

**Jueves, 26 de junio**

**DNA looping: From loop formation to loop selection**

Prof. Miguel Rubí

Universidad de Barcelona

**Abstract**

The formation of DNA loops by the binding of proteins at distal DNA sites plays a fundamental role in many cellular processes such as transcription, recombination and replication. In gene regulation, proteins bound far away from the genes they regulate can be brought to the initiation of transcription region by looping the intervening DNA. The knowledge of the free energy cost of this process is important because it determines how easily DNA can loop and therefore the extent to which distal sites can affect each other. We show how to calculate this quantity from a mesoscopic thermodynamics theory. The interactions between the chain and the proteins makes it possible the formation of different loops which may compete. We analyze the loop selection mechanism and its implications in genetic transcription.

\*\*\*\*\*

**Lunes, 3 de noviembre**

**Monte Carlo simulations of the Potts and random-cluster models**

Prof. Alan D. Sokal

New York University/University College London

**Abstract**

The  $q$ -state Potts model (1952) is an important model in statistical mechanics; for  $q=2$  it reduces to the famous Ising model (1925). In 1969, Fortuin and Kasteleyn showed how the Potts model can be mapped onto a correlated bond-percolation model called the random-cluster model, which can be defined also for noninteger  $q > 0$ . In 1987, Swendsen and Wang showed how the Fortuin-Kasteleyn representation can be exploited to provide an extraordinarily efficient Monte Carlo algorithm for simulating the Potts model at integer  $q$ . Finally, in 1998, Chayes and Machta showed how to generalize the Swendsen-Wang idea to simulate the random-cluster model at noninteger  $q > 1$ . I will give a pedagogical introduction to all these works, and then discuss our recent results on the dynamic critical behavior of the Swendsen-Wang and Chayes-Machta algorithms. If time permits, I will also discuss our recent results on the Sweeny (1983) algorithm for the random-cluster model, which turns out to exhibit the surprising phenomenon of "critical speeding-up". Joint work with Youjin Deng, Tim Garoni, Jon Machta, Giovanni Ossola and Marco Polin.