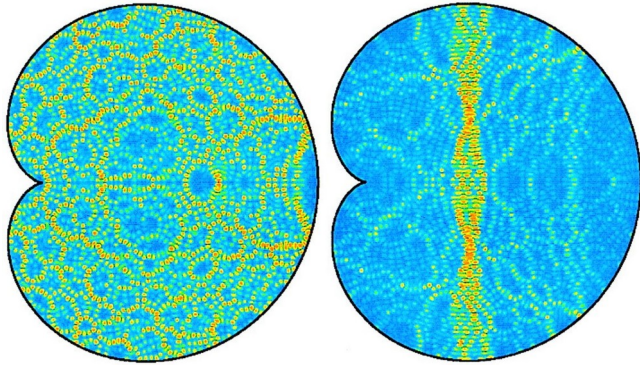


XVIII Curso de Iniciación a la Investigación en Estructura de la Materia  
Departamento de Física y Química Teóricas

Caos, termalización y aplicaciones a las tecnologías cuánticas



Ángel L. Corps  
angel.l.corps@csic.es



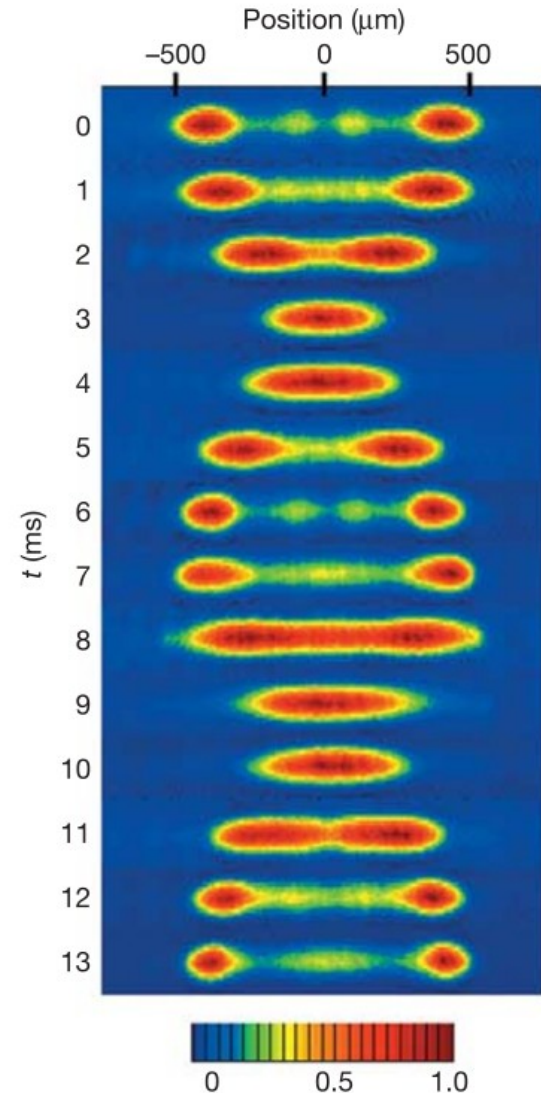
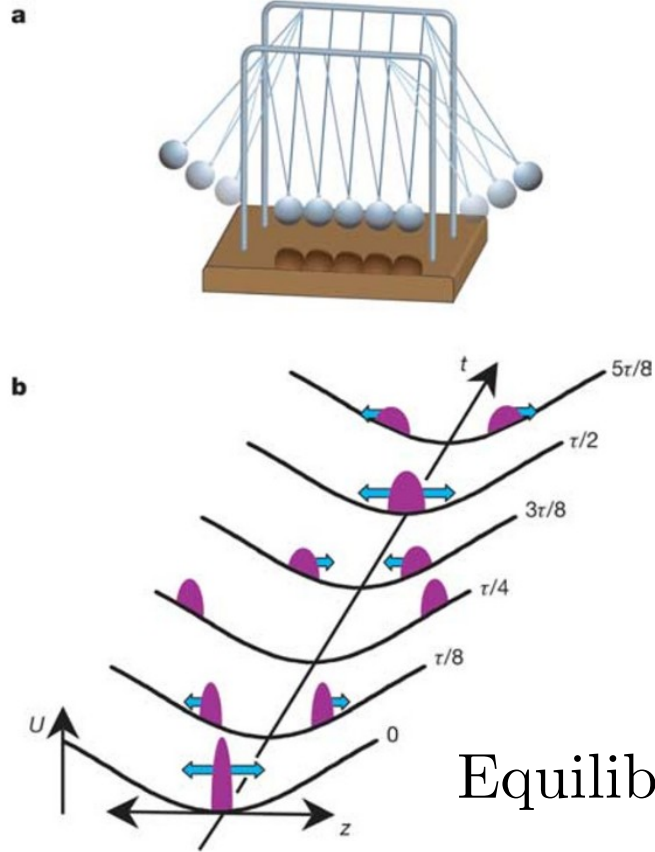
PNAS 98 (19) 10531 (2001)



**CSIC**

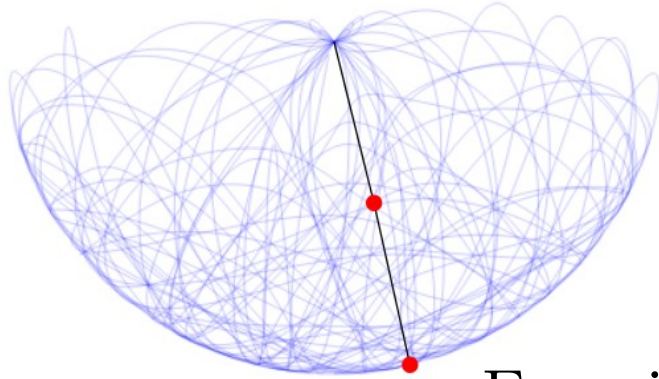
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

# La cuna de Newton



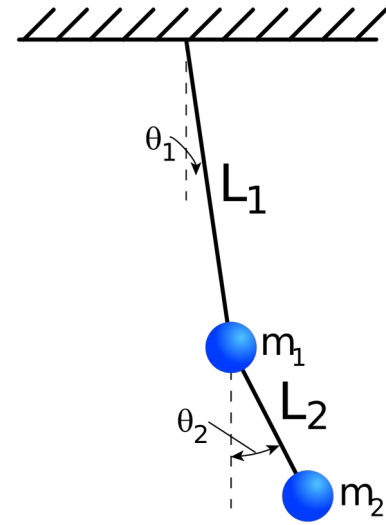
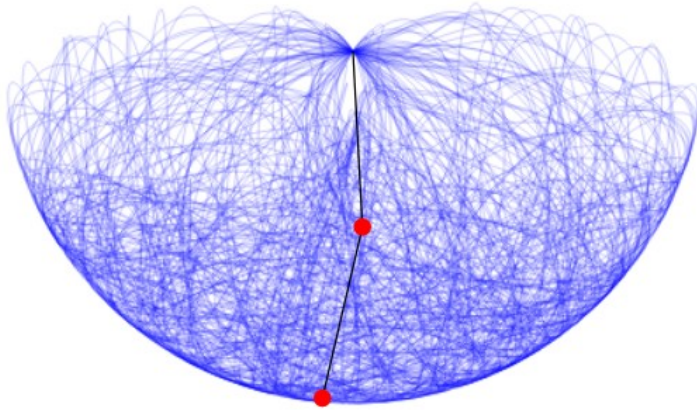
Regularidad  $\Rightarrow$  NO termalización

# Péndulo doble

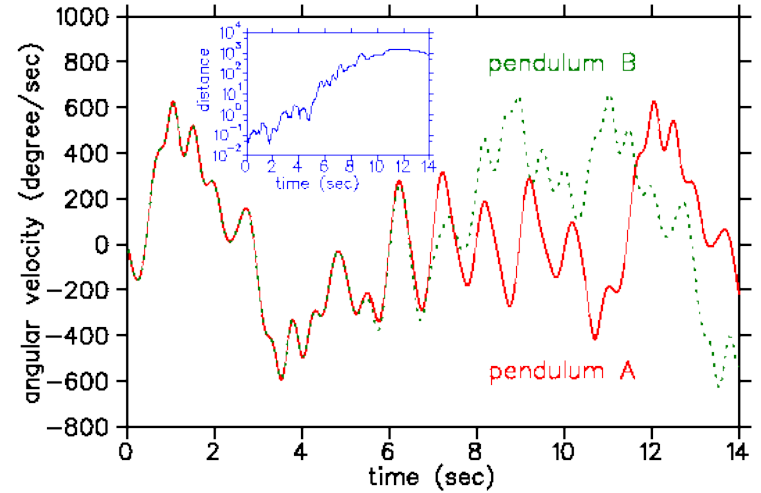


CAOS

Espacio de fases



Sensibilidad exponencial a condiciones iniciales



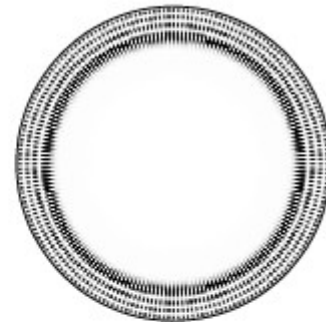
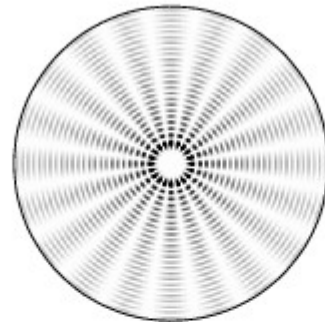
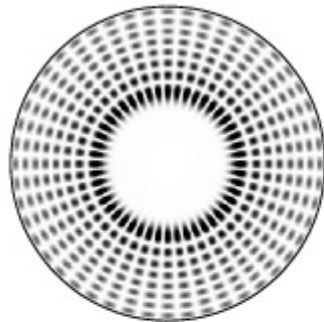
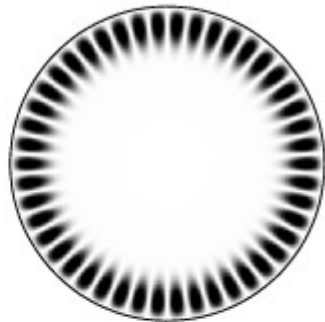
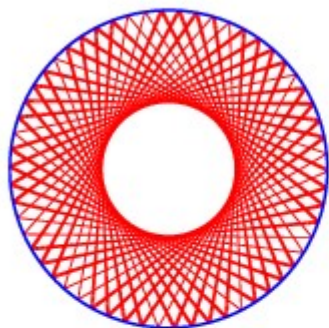
$n = 100$

$n = 1000$

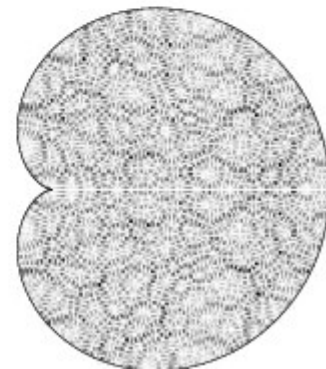
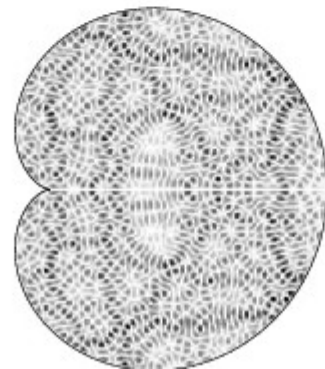
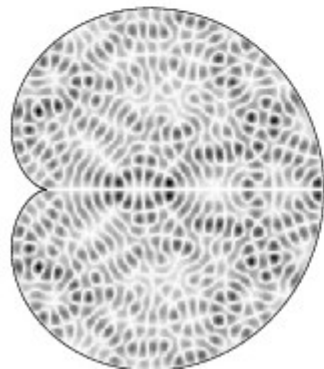
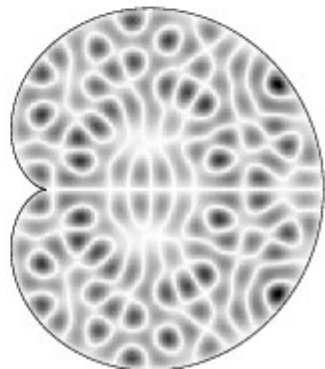
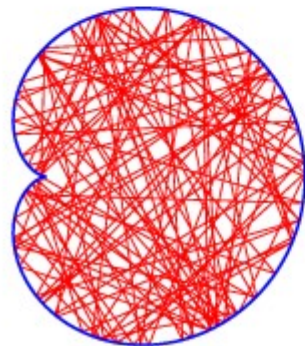
$n = 1500$

$n = 2000$

## Regular billiard



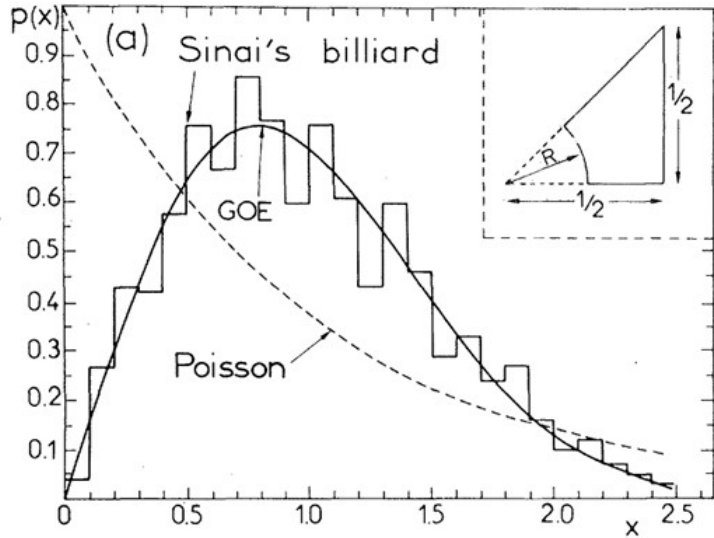
## Chaotic billiard



Amplitud de **probabilidad**

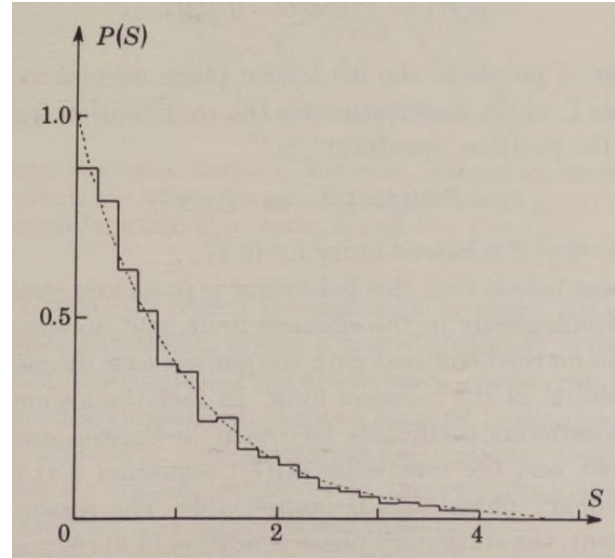
# Distribución de distancia de niveles consecutivos

PRL **52**, 1 (1984)

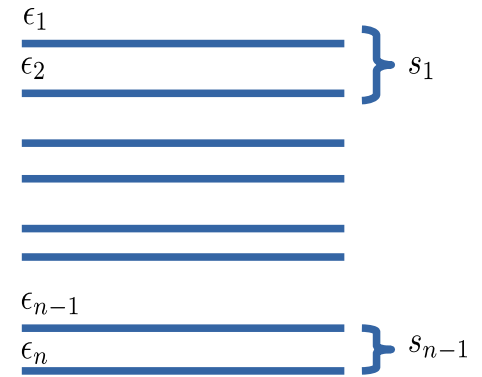


Caótico

Proc. R. Soc. London **356**, 375 (1977)

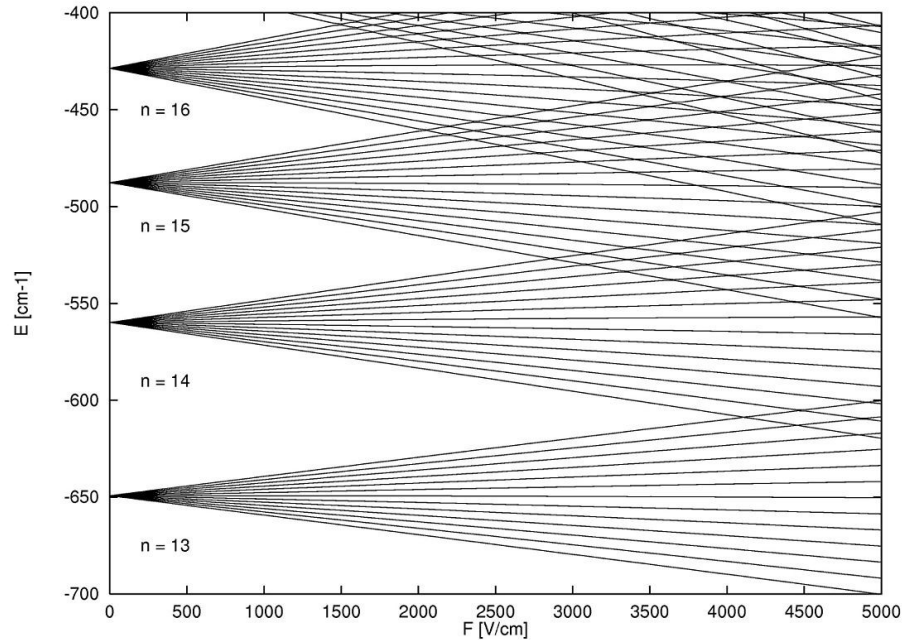


Regular

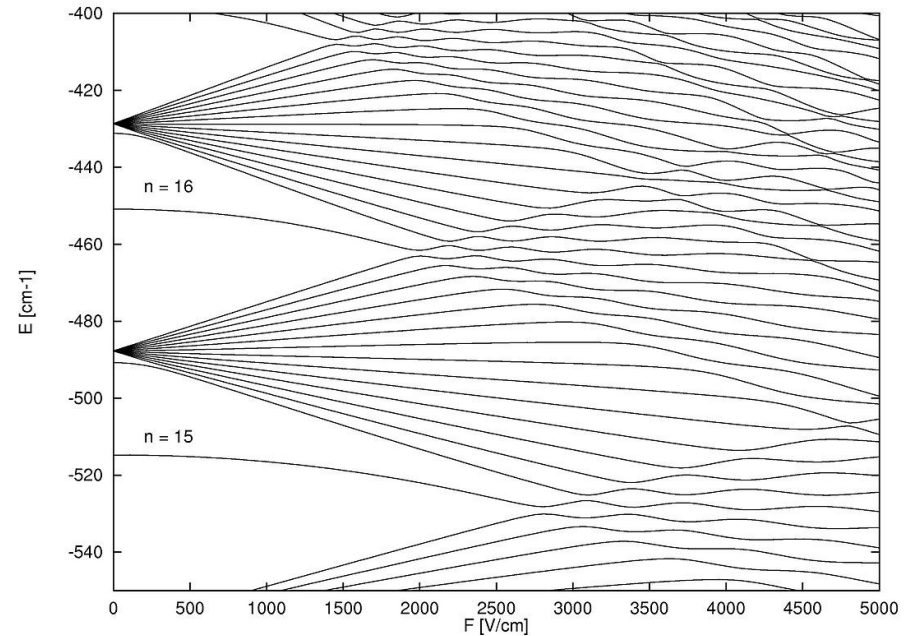


Se utilizan matrices aleatorias

# Átomo en campo eléctrico: efecto Stark



Regular  
Cruces de niveles



Caótico  
Repulsión de niveles

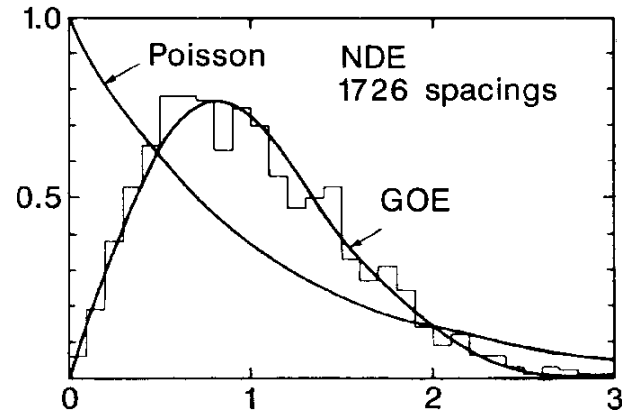
La mayoría de sistemas físicos reales no son regulares

Núcleo atómico

Átomos

Física mesoscópica

...



Los sistemas de **muchos cuerpos** comúnmente son caóticos

**Termalización =**

Pérdida de **información** sobre el pasado

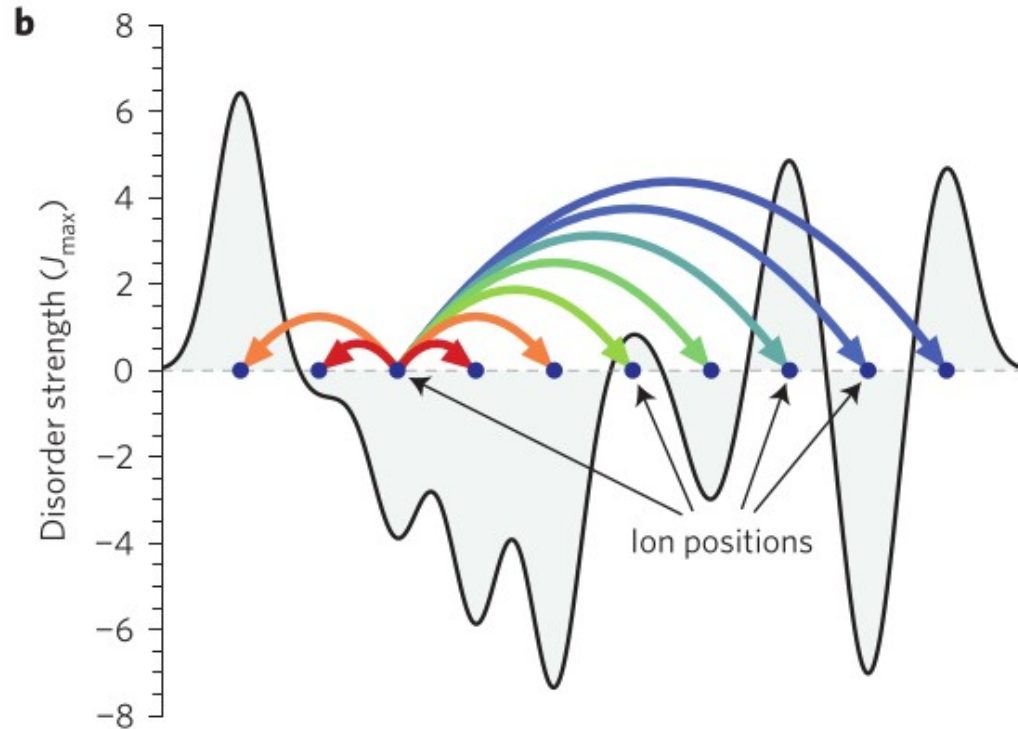
La regularidad es muy **inestable** a pequeñas perturbaciones...

¿Estamos abocados a la termalización?

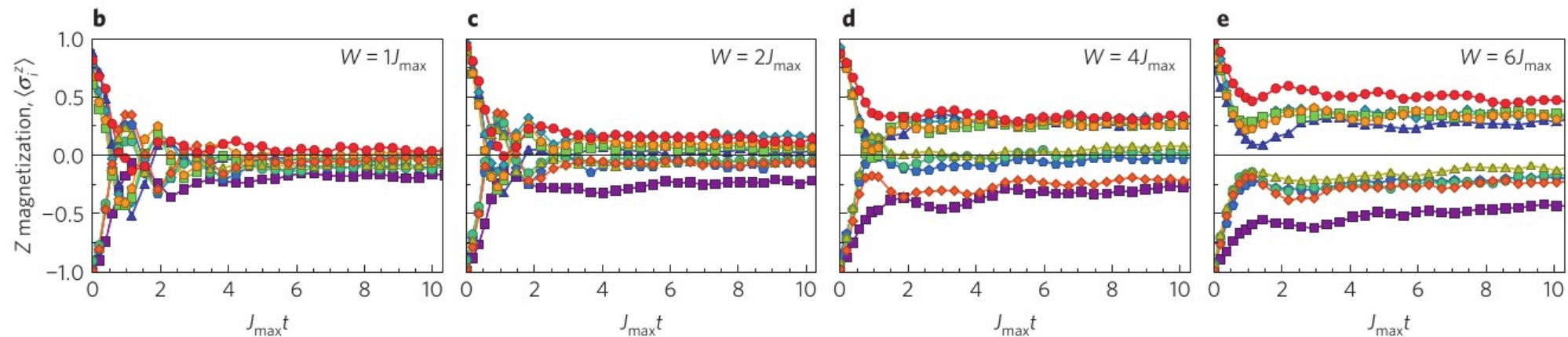
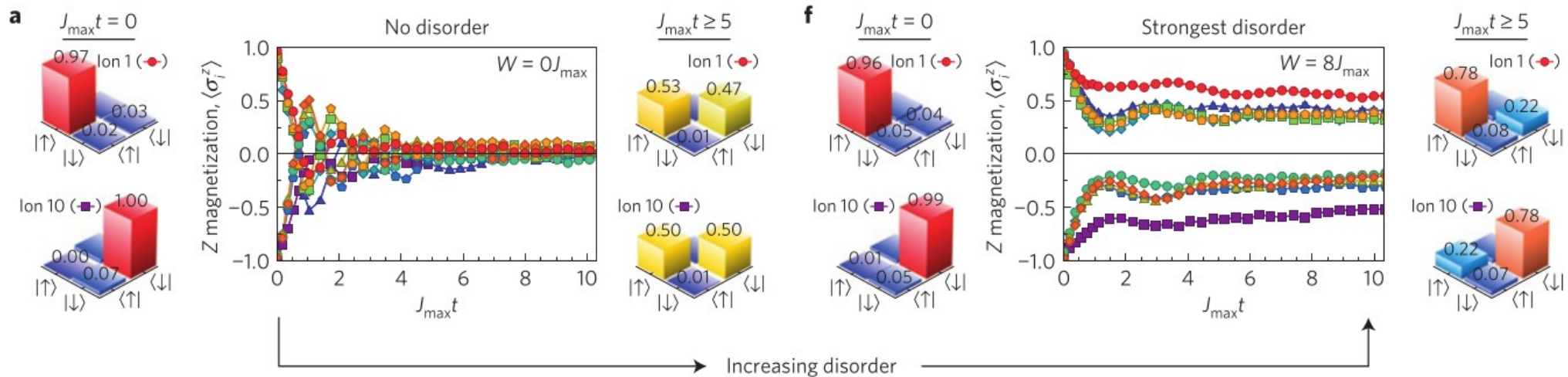


# Localización de muchos cuerpos

N iones en una red 1-D

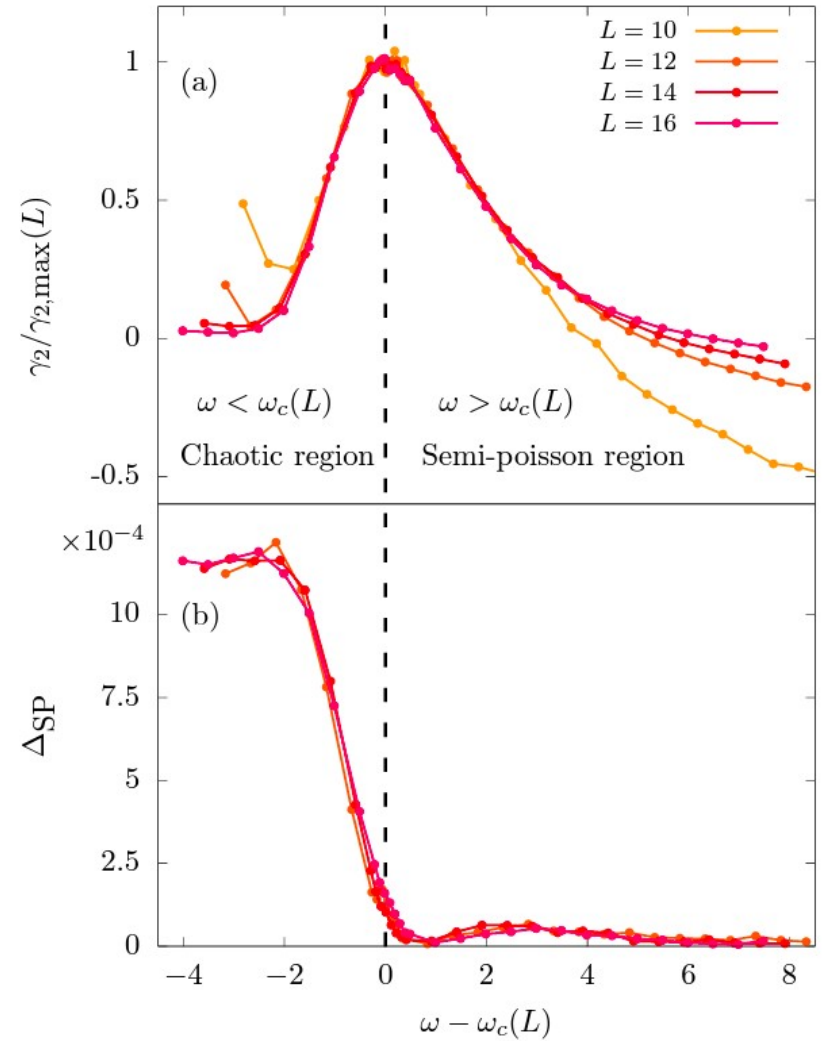
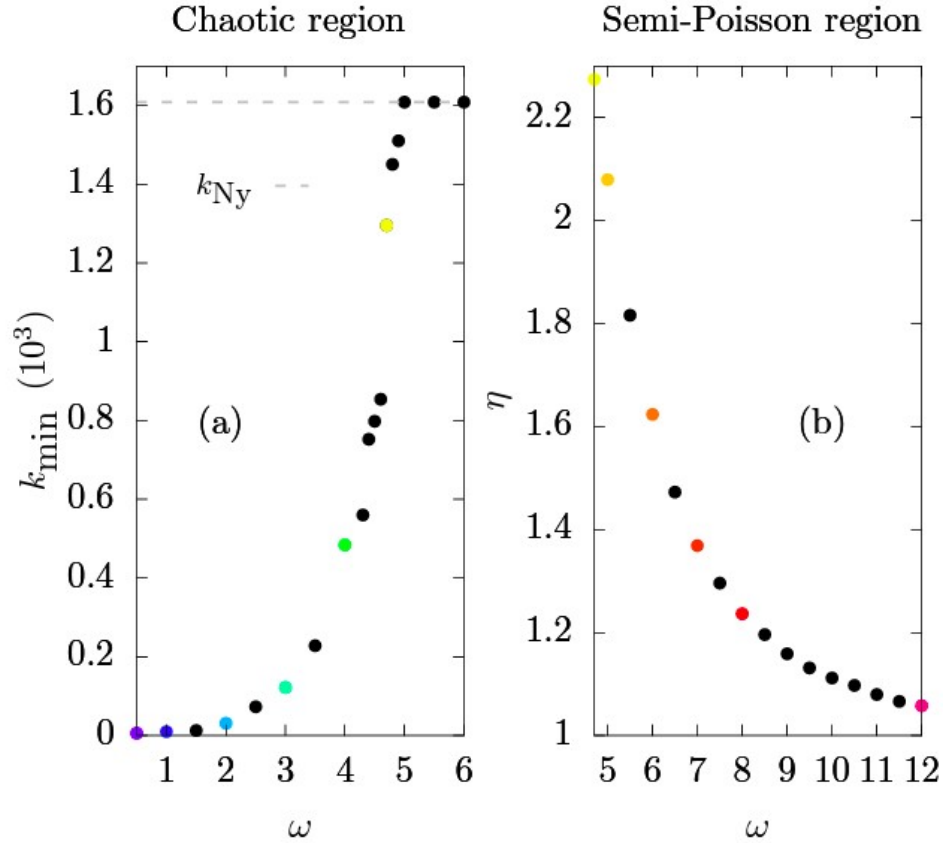


El desorden suprime el caos

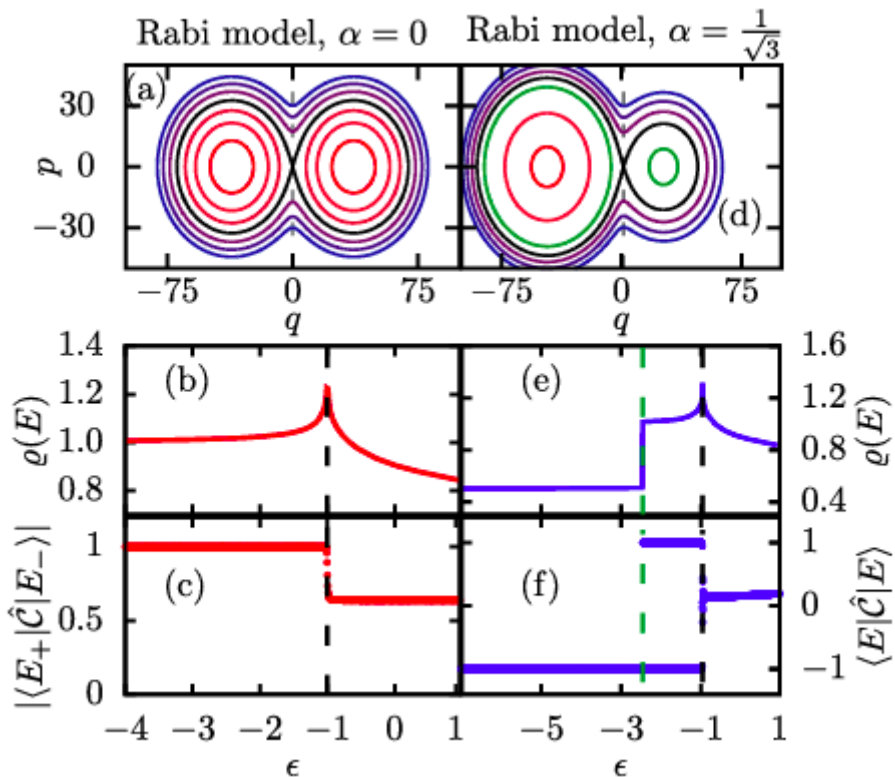


Alto desorden = Regularidad **robusta** = No termaliza = Info. inicial conservada

# ¿Transición de fase o crossover?

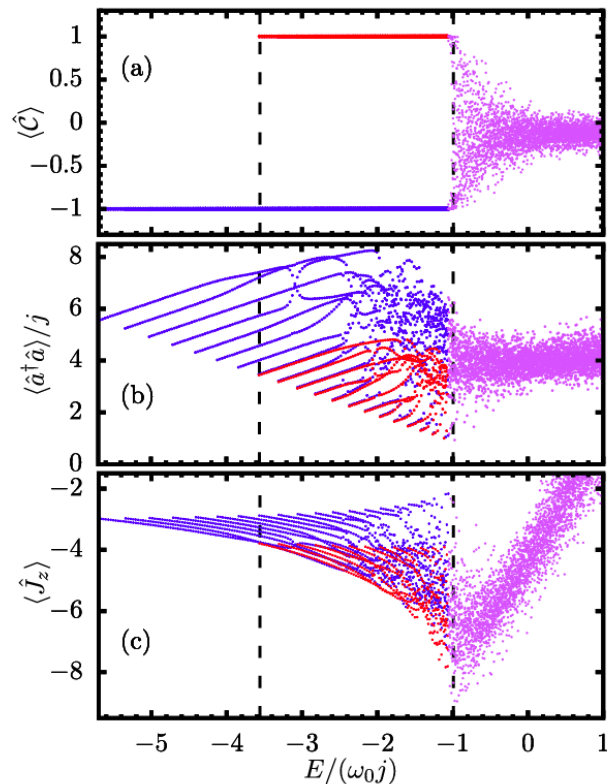
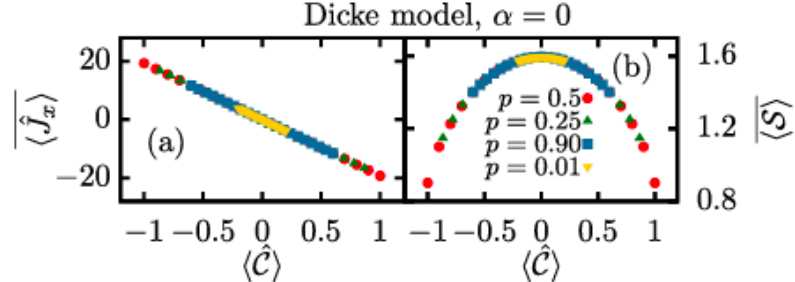


# Almacenando información sobre el estado inicial

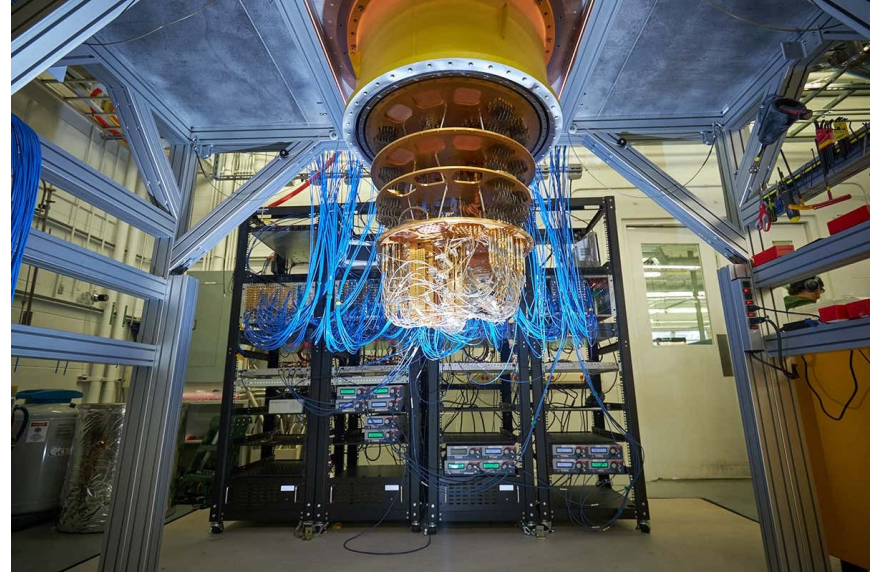
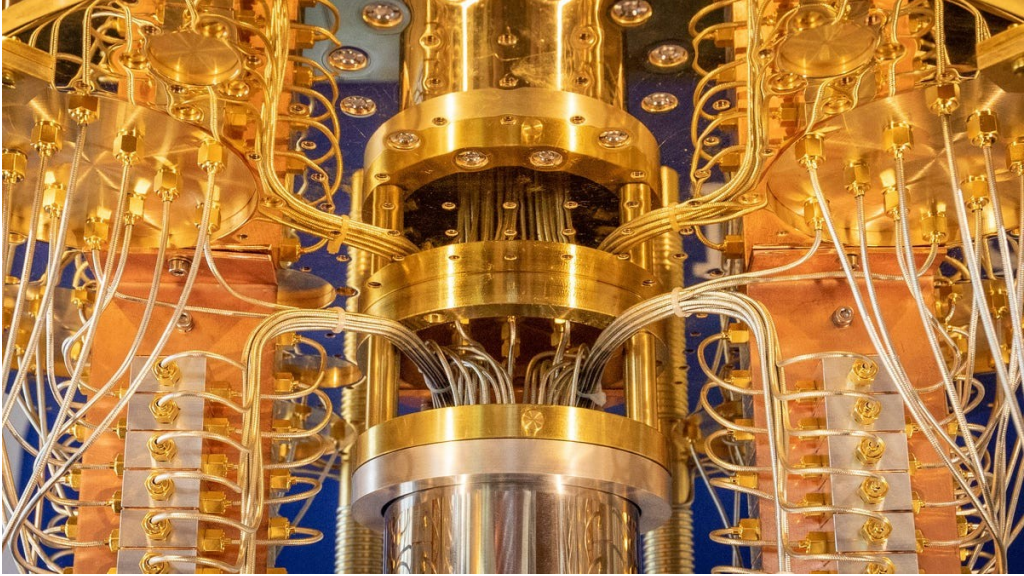


PRL 127, 130602 (2021)

Transiciones de fase, dinámica de no equilibrio, ...



# ¿Promesas para las tecnologías cuánticas?



Pequeñas fluctuaciones llevan los qubits a **estados térmicos**  
¿Cómo almacenar información de forma **estable**?

# Grupo de Investigación



Rafael A. Molina  
Jorge Dukelsky (Profesor Honorífico)  
Ángel L. Corps  
Álvaro Rubio (IFF)

## Colaboradores

Armando Relaño (UCM)  
Yuriko Baba (UCM)

¡Gracias por vuestra atención!



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS