



Plan de Estudios del Máster de Física de los Sistemas Complejos y Biofísica



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Plan de Estudios del Máster de Física de los Sistemas Complejos y Biofísica

OBJETIVOS

El objetivo principal del Máster en Física de Sistemas Complejos y Biofísica es proporcionar a los estudiantes los conocimientos teóricos y herramientas analíticas y computacionales necesarias para comprender y modelar las propiedades emergentes, el comportamiento colectivo y los aspectos físicos de sistemas complejos y biológicos, basados en la comprensión del comportamiento individual de las partes que las forman, y las complejas interacciones entre ellas.

ASIGNATURAS — 60 ECTS

Asignaturas Obligatorias — 39 ECTS

Asignaturas Optativas Propias — 27 ECTS

Asignaturas Optativas procedentes de otros Másteres — 18 ECTS

Asignaturas de Libre Elección de otros Másteres — 12 ECTS (Máximo)

Dos itinerarios no excluyentes, ‘Sistemas Complejos’ y ‘Biofísica’

Semestre de
otoño

Primera mitad		Segunda mitad	
Sistemas Complejos	Biofísica	Sistemas Complejos	Biofísica
Física Estadística de los Sistemas Complejos y Biológicos			
Física Estadística de No Equilibrio			
Probabilidad y Estadística		Análisis y Visualización de Datos Masivos	
Sistemas Dinámicos		Introducción al Aprendizaje Automático	
	Biofísica Molecular	Formación de Patrones	
Modelización Molecular			

Semestre de primavera

Primera mitad		Segunda mitad	
Sistemas Complejos	Biofísica	Sistemas Complejos	Biofísica
Física Estadística Avanzada	Técnicas Experimentales	Redes Complejas	Materia Blanda
Sistemas Desordenados	Neurociencia	Trabajo Final de Máster	
Física de los Sistemas Económicos y Sociales	Biofísica Celular		
Métodos Avanzados de Simulación Molecular	Biología de Sistemas Computacional		

Fundamentos de Física Estadística y Biofísica

FÍSICA ESTADÍSTICA DE SISTEMAS COMPLEJOS Y BIOLÓGICOS — 6 ECTS

1. Resumen de la física estadística
2. Modelos estadísticos de interfases y membranas
3. Física estadística de la información
4. Criticalidad: fenómenos críticos, percolación y criticalidad autoorganizada
5. Dinámica de transiciones de fase
6. Materia activa

FÍSICA ESTADÍSTICA DE NO EQUILIBRIO — 6 ECTS

1. Termodinámica no de equilibrio
2. Fluctuaciones y movimiento browniano
3. Procesos estocásticos, ecuaciones maestras y ecuación Fokker-Planck
4. Aplicaciones: Procesos activados, de difusión-reacción, dirigidos, *Ratchets*
5. Transiciones de fase y fenómenos críticos fuera del equilibrio

Estadística y Tratamiento de Datos

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICAS — 3 ECTS

1. Resumen de la teoría de la probabilidad
2. Convergencia de variables aleatorias
3. Entropía e información
4. Colas largas y eventos raros
5. Estadísticas de valores extremos
6. inferencia estadística
7. Validación de hipótesis
8. Estimadores

ANÁLISIS Y VISUALIZACIÓN DE DATOS MASIVOS — 3 ECTS

1. Introducción y marco conceptual
 - *Storytelling* — Ciencia Abierta — Visualización
2. Creación y edición de gráficos
 - Presentaciones — Infografías — Gráficos interactivos — Mapas — *Dashboards*
3. Comunicación científica, ciencia abierta y participación del público investigador
 - Redacción de artículos — Divulgación científica

Sistemas Dinámicos

SISTEMAS DINÁMICOS — 3 ECTS

1. **Introducción a sistemas dinámicos**
2. **Modelos con tiempo discreto y tiempo continuo**
3. **Bifurcaciones locales**
4. **Introducción al Caos**
5. **Dinámica de poblaciones**
6. **Sincronización**

Introducción al Aprendizaje Automático

INTRODUCCIÓN AL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO — 3 ECTS

- 1. Introducción general al aprendizaje automático**
- 2. Aprendizaje no supervisado**
- 3. Aprendizaje supervisado**
- 4. Redes neuronales profundas**

Física Estadística Avanzada

FORMACIÓN DE PATRONES — 3 ECTS

1. **Introducción a sistemas dinámicos espacialmente extendidos**
2. **Patrones de reacción-difusión**
3. **Inestabilidades hidrodinámicas y interfaciales**
4. **Análisis débilmente no lineal**

FÍSICA ESTADÍSTICA AVANZADA — 3 ECTS

1. **Teoría estadística de campo**
 - Interfases — Transiciones cuánticas — Fluidos complejos
2. **El Grupo de Renormalización**
3. **Temas avanzados en física desequilibrada**
 - Fluctuaciones

SISTEMAS DESORDENADOS — 3 ECTS

1. **Introducción a los sistemas desordenados**
 - Aplicaciones en física
 - Modelo de Ising
2. **Vidrios de espín**
3. **Aplicaciones a otras disciplinas**
 - Biofísica

Biofísica Molecular y Celular

BIOFÍSICA MOLECULAR — 3 ECTS

1. Fundamentos
2. Moléculas biológicas
3. Estructura i biofísica del ADN i ARN
4. Estructura y biofísica de proteínas
5. Cinética, reacciones e interacciones biomoleculares
6. Motores moleculares

BIOFÍSICA CELULAR — 3 ECTS

1. Física de biomembranes
 - Propiedades — Fluctuaciones — Morfología
2. Generación de fuerza y tráfico
 - Citoesqueleto — División celular
3. Movilidad
 - Hidrodinámica
4. Materiales activos

Modelización y Simulación Molecular

MODELIZACIÓN MOLECULAR — 6 ECTS

1. Descripción de sistemas atómicos y moleculares a diferentes escalas
2. Modelos cuánticos
3. Modelos clásicos
4. Dinámica molecular
5. Método montecarlo
6. Prácticas de modelado molecular

MÉTODOS AVANZADOS DE SIMULACIÓN MOLECULAR — 3 ECTS

1. Métodos avanzados de Montecarlo
2. Montecarlo cuántico
3. Dinámica molecular avanzada
4. Métodos cuánticos en dinámica molecular
5. Algoritmos de optimización para la búsqueda del estado fundamental

Biología de Sistemas y Neurociencia

NEUROCIÈNCIA — 3 ECTS

1. Biofísica básica de la neurona
2. La neurona como sistema excitable
3. Acoplamiento entre neuronas: Redes de neuronas
4. Técnicas experimentales
5. Simulación de redes neuronales.
6. Fenómenos colectivos en redes neuronales

BIOLOGÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES — 3 ECTS

1. Introducción y contextualización de la biología de sistemas computacionales
2. Biología de sistemas computacionales para el estudio de la regulación genética
3. Biología de sistemas computacionales para el estudio de procesos de señalización celular
4. Biología de sistemas computacionales para el estudio del metabolismo

Aplicaciones Interdisciplinarias de la Física y de los Sistemas Complejos

FÍSICA DE LOS SISTEMAS ECONÓMICOS Y SOCIALES — 3 ECTS

- 1. Introducción a los sistemas sociales y económicos desde la perspectiva de sistemas complejos**
- 2. Complejidad en los mercados financieros**
 - Comportamiento del mercado — Mercado eficiente — Opciones — Modelos de agentes
- 3. Complejidad en los sistemas sociales**
 - Dilemas sociales — Movilidad

Aplicaciones Interdisciplinarias de la Física y de los Sistemas Complejos

XARXES COMPLEXES — 3 ECTS

1. **Sistemas dinámicos y leyes de escala**
2. **Estructuras espacio-tiempo**
3. **Redes complejas**

MATÈRIA TOVA — 3 ECTS

1. **Introducción a la materia blanda**
2. **Interacciones y transiciones de fase**
3. **Macromoléculas**
4. **Coloides**
5. **Autoacoplamiento supramolecular**
6. **Fenómenos interfaciales**
7. **Deformación y flujo**

Técnicas Experimentales

TÉCNICAS EXPERIMENTALES — 3 ECTS

1. Reología
2. Microscopía óptica y electrónica
3. Rayos X, neutrones y dispersión de luz
4. Espectroscopia de fuerza: Pinzas ópticas y magnéticas. Fuerzas atómicas
5. Laboratorios

Trabajo Final de Máster

TESIS DE MÁSTER — 18 ECTS