



# Pla d'Estudis del Màster de Física dels Sistemes Complexos i Biofísica



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

# Pla d'Estudis del Màster de Física dels Sistemes Complexos i Biofísica

---

## OBJECTIUS

L'objectiu principal del màster en Física dels Sistemes Complexos i Biofísica és proporcionar als estudiants els coneixements teòrics i les eines analítiques i computacionals necessàries per entendre i modelitzar les propietats emergents, el comportament col·lectiu i els aspectes físics dels sistemes complexos i biològics, a partir de la comprensió del comportament individual de les parts que els formen, i de les interaccions complexes entre elles.

## ASSIGNATURES — 60 ECTS

**Assignatures Obligatòries — 39 ECTS**

**Assignatures Optatives Pròpies — 27 ECTS**

**Assignatures Optatives procedents d'altres Màsters — 18 ECTS**

**Assignatures de Lliure Elecció d'altres Màsters — 12 ECTS (Màxim)**

**Dos itineraris no excloents, 'Sistemes Complexos' i 'Biofísica'**

Semestre de  
tardor

Primera meitat		Segona meitat	
<b>Sistemes Complexos</b>	<b>Biofísica</b>	<b>Sistemes Complexos</b>	<b>Biofísica</b>
<b>Física Estadística de Sistemes Complexos i Biològics</b>			
<b>Física Estadística de No Equilibri</b>			
<b>Probabilitat i Estadística</b>		<b>Anàlisi i Visualització de Dades Massives</b>	
<b>Sistemes Dinàmics</b>		<b>Introducció a l'Aprenentatge Automàtic</b>	
	<b>Biofísica Molecular</b>	<b>Formació de Patrons</b>	
<b>Modelització Molecular</b>			

Semestre de  
primavera

Primera meitat		Segona meitat	
<b>Sistemes Complexos</b>	<b>Biofísica</b>	<b>Sistemes Complexos</b>	<b>Biofísica</b>
<b>Física Estadística Avançada</b>	<b>Tècniques Experimentals</b>	<b>Xarxes Complexes</b>	<b>Matèria Tova</b>
<b>Sistemes Desordenats</b>	<b>Neurociència</b>	<b>Treball Final de Màster</b>	
<b>Física dels Sistemes Econòmics i Socials</b>	<b>Biofísica Cel·lular</b>		
<b>Mètodes Avançats de Simulació Molecular</b>	<b>Biologia de Sistemes Computacional</b>		

# Fonaments de Física Estadística i Biofísica

---

## FÍSICA ESTADÍSTICA DE SISTEMES COMPLEXOS I BIOLÒGICS — 6 ECTS

1. Resum de física estadística
2. Models estadístics d'interfases i membranes
3. Física estadística de la informació
4. Criticalitat: fenòmens crítics, percolació i criticalitat autoorganitzada
5. Dinàmica de transicions de fase
6. Matèria activa

## FÍSICA ESTADÍSTICA DE NO EQUILIBRI — 6 ECTS

1. Termodinàmica de no equilibri
2. Fluctuacions i moviment brownià
3. Processos estocàstics, equacions mestres i equació de Fokker-Planck
4. Aplicacions: Processos activats, de reacció-difusió, dirigits, *Ratchets*
5. Transicions de fase i fenòmens crítics fora d'equilibri

# Estadística i Tractament de Dades

---

## PROBABILITAT I ESTADÍSTICA — 3 ECTS

1. Resum de teoria de probabilitat
2. Convergència de variables aleatòries
3. Entropia i informació
4. Cues llargues i esdeveniments rars
5. Estadístiques de valors extrems
6. Inferència estadística
7. Validació d'hipòtesi
8. Estimadors

## ANÀLISI I VISUALITZACIÓ DE DADES MASSIVES — 3 ECTS

1. Introducció i marc conceptual
  - *Storytelling* — Ciència oberta — Visualització
2. Creació i edició de gràfics
  - Presentacions — Infografies — Gràfics interactius — Mapes — *Dashboards*
3. Comunicació científica, la ciència oberta i la participació del públic de la recerca
  - Redacció d'articles — Divulgació científica

# Sistemes Dinàmics

---

## SISTEMES DINÀMICS — 3 ECTS

1. **Introducció als sistemes dinàmics**
2. **Models amb temps discret i amb temps continu**
3. **Bifurcacions locals**
4. **Introducció al Caos**
5. **Dinàmica de poblacions**
6. **Sincronització**

# Introducció a l'Aprenentatge Automàtic

---

## INTRODUCCIÓ A L'APRENTATGE AUTOMÀTIC — 3 ECTS

- 1. Introducció general a l'aprenentatge automàtic**
- 2. Aprenentatge no supervisat**
- 3. Aprenentatge supervisat**
- 4. Xarxes neuronals profundes**



# Física Estadística Avançada

---

## FORMACIÓ DE PATRONS — 3 ECTS

1. Introducció als sistemes dinàmics espacialment estesos
2. Patrons de reacció-difusió
3. Inestabilitats hidrodinàmiques i interfacials
4. Anàlisi dèbilment no lineal

## FÍSICA ESTADÍSTICA AVANÇADA — 3 ECTS

1. Teoria estadística de camps
  - Interfases — Transicions quàntiques — Fluids complexos
2. El Grup de Renormalització
3. Temes avançats en física fora d'equilibri
  - Fluctuacions

## SISTEMES DESORDENATS — 3 ECTS

1. Introducció al sistemes desordenats
2. Aplicacions en física
  - Model d'Ising
  - Vidres d'espín
3. Aplicacions a d'altres disciplines
  - Biofísica

# Biofísica Molecular i Cel·lular

---

## BIOFÍSICA MOLECULAR — 3 ECTS

1. Fonaments
2. Molècules biològiques
3. Estructura i biofísica del ADN i ARN
4. Estructura i biofísica de les proteïnes
5. Cinètica, reaccions i interaccions biomoleculares
6. Motors moleculars

## BIOFÍSICA CEL·LULAR — 3 ECTS

1. Física de biomembranes
  - Propietats — Fluctuacions — Morfologia
2. Generació de força i tràfic
  - Citoesquelet — Divisió cel·lular
3. Mobilitat
  - Hidrodinàmica
4. Materials actius

# Modelització i Simulació Molecular

---

## MODELITZACIÓ MOLECULAR — 6 ECTS

1. Descripció de sistemes atòmics i moleculars a diferents escales
2. Models quàntics
3. Models clàssics
4. Dinàmica molecular
5. Mètode Monte Carlo
6. Pràctiques de modelització molecular

## MÈTODES AVANÇATS DE SIMULACIÓ MOLECULAR — 3 ECTS

1. Mètodes Monte Carlo avançats
2. Quantum Monte Carlo
3. Dinàmica molecular avançada
4. Mètodes quàntics en dinàmica molecular
5. Algorismes d'optimització per a la cerca de l'estat fonamental

# Biologia de Sistemes i Neurociència

---

## NEUROCIÈNCIA — 3 ECTS

1. **Biofísica bàsica de la neurona**
2. **La neurona com a sistema excitable**
3. **Acoblament entre neurones: Xarxes de neurones**
4. **Tècniques experimentals**
5. **Simulació de xarxes neuronals.**
6. **Fenòmens col·lectius en xarxes neuronals**

## BIOLOGIA DE SISTEMES COMPUTACIONAL — 3 ECTS

1. **Introducció i contextualització de la biologia de sistemes computacional**
2. **Biologia de sistemes computacional per l'estudi de la regulació genètica**
3. **Biologia de sistemes computacional per a l'estudi dels processos de senyalització cel·lular**
4. **Biologia de sistemes computacional per l'estudi del metabolisme**

# Aplicacions Interdisciplinàries de la Física i dels Sistemes Complexos

---

## FÍSICA DELS SISTEMES ECONÒMICS I SOCIALS — 3 ECTS

- 1. Introducció a sistemes socials i econòmics des de la perspectiva de sistemes complexos**
- 2. Complexitat als mercats financers**
  - Comportament dels mercats — Mercat eficient — Opcions — Models d'agents
- 3. Complexitat en sistemes socials**
  - Dilemes socials — Mobilitat

# Aplicacions Interdisciplinàries de la Física i dels Sistemes Complexos

---

## XARXES COMPLEXES — 3 ECTS

1. Sistemes dinàmics i lleis d'escala
2. Estructures espai-temporals
3. Xarxes complexes

## MATÈRIA TOVA — 3 ECTS

1. Introducció a la matèria tova
2. Interaccions i transicions de fase
3. Macromolècules
4. Col·loides
5. Autoacoblament supramolecular
6. Fenòmens interfacials
7. Deformació i flux

# Tècniques Experimentals

---

## TÈCNIQUES EXPERIMENTALS — 3 ECTS

1. Reologia
2. Microscòpia òptica i electrònica
3. Dispersió de raigs X, neutrons i llum
4. Espectroscòpia de força: *Tweezers* òptics i magnètics. Forces atòmiques
5. Laboratori

# Treball Final de Màster

---

TREBALL FINAL DE MÀSTER — 18  
ECTS