



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 del Màster de Modelització Computacional Atomística i Multiescala en Física, Química i Bioquímica — 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
Física Estadística de Sistemes Complexos i Biològics	
Física Estadística de No Equilibri	
Anàlisi i Visualització de Dades Massives	
Probabilitat i Estadística	Introducció a l'Aprenentatge Automàtic
Sistemes Dinàmics	Formació de Patrons
Biofísica Molecular	
Modelització Molecular	

Semestre de
primavera

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

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. **Introducció: Xarxes complexes**
2. **Propietats estructurals: grau, món petit, *Scale-Free, betweenness, PageRank, etc...***
3. **Models: Erdős-Rényi, de configuració, Barábasi-Albert, exponencials, aleatoris geomètrics**
4. **Percolació: propietats de connectivitat en xarxes**
5. **Processos dinàmics:**
 - **Models epidemiològics, SIR i SIS. El model del votant. Navegació en xarxes. Dinàmiques de sincronització.**

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