

| Titulació                                                                            | Tipus | Curs |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| Modelització per a la Ciència i l'Enginyeria / Modelling for Science and Engineering | OP    | 1    |

## Professor/a de contacte

Nom: Vicente Mendez Lopez

Correu electrònic: vicenc.mendez@uab.cat

## Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

## Prerequisits

Càlcul de diverses variables. Equacions diferencials ordinàries i parcials. Introducció a la teoria de la probabilitat

## Objectius

L'objectiu principal de la primera part d'aquest curs és proporcionar eines per tractar l'anàlisi i les simulacions numèriques de processos estocàstics tant per a sistemes afectats per soroll extern com per soroll intern. Les aplicacions a sistemes ecològics i biològics es debatran detalladament. L'objectiu de la segona part és entendre el fonament i les aplicacions de dos mètodes diferents per la modelització numèrica de fenòmens físics resolent equacions en derivades parcials. En primer lloc, es presentarà i il·lustrarà el mètode de les diferències finites mitjançant simulacions de micromagnetisme. A continuació, es presentarà i il·lustrarà el mètode dels elements finits utilitzant com a exemples la difusió tèrmica, l'elasticitat i la mecànica de fluids.

## Resultats d'aprenentatge

1. CA12 (Competència) Comunicar a un públic expert els resultats obtinguts de l'anàlisi de problemes basats en processos estocàstics i en equacions en derivades parcials.
2. CA13 (Competència) Desenvolupar models basats en equacions en derivades parcials per a la resolució de problemes pràctics concrets.
3. CA14 (Competència) Desenvolupar estudis de modelització i anàlisi estocàstica per a l'anàlisi de conjunts de dades reals.
4. KA11 (Coneixement) Reconèixer els principals tipus de plataformes i eines informàtiques d'implementació d'equacions en derivades parcials.
5. KA12 (Coneixement) Identificar els nivells de descripció dels processos estocàstics i les principals tècniques matemàtiques associades a cadascun d'aquests.
6. SA12 (Habilitat) Implementar en programari específics equacions en derivades parcials, incloent-hi les tècniques de malla i les condicions de contorn apropiades.
7. SA13 (Habilitat) Establir relacions entre els diferents nivells de descripció dels processos estocàstics.
8. SA14 (Habilitat) Associar les solucions i els resultats de les equacions en derivades parcials amb les propietats dels corresponents sistemes físics i naturals que representen.

## Continguts

### PART 1

- Modelització determinista davant de modelització estocàstica
- Introducció a la teoria de la probabilitat. Variables aleatòries. Funcions de distribució de probabilitat i funcions generadores. Lleis dels grans números. Teorema central del límit.
- Processos estocàstics: descripcions microscòpiques i macroscòpiques. Classificació dels processos estocàstics. Equació de Langevin. Equació mestra. Equació de Fokker-Planck.
- Visualització i caracterització de processos estocàstics. Mètodes de visualització. Recurrència. Estadística de primer pas. Estadística de valors extrems.
- Fenòmens induïts per soroll/estocasticitat. Extinció demogràfica. Transicions de fase induïdes per soroll. Ordre induït per soroll. Ressonància estocàstica. Supressió del soroll.

### PART 2

- Micromagnetisme per diferències finites. Definició del problema. Implementació de les condicions de contorn. Evolució temporal. Mètodes alternatius iteratius.
- Exemples: Formació de dominis; vòrtex magnètics; skyrmions magnètics.
- Diferències finites per a estudis de punts singulars.
- Exemples: Punts de Bloch; inversió dinàmica de vòrtex magnètics; creació i destrucció de skyrmions.
- Fonaments del mètode dels elements finits. Formulació feble d'equacions diferencials en derivades parcials. Condicions de contorn. Tipus d'elements i mallat.
- Exemples: Difusió tèrmica i elasticitat.
- Principis variacionals. Mètode de Galerkin. Multiplicadors de Lagrange. Estabilització, convergència i estimació d'errors.
- Exemples avançats: Mecànica de fluids (laminars i turbulents)

## Activitats formatives i Metodologia

| Títol               | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|---------------------|-------|------|--------------------------|
| Tipus: Dirigides    |       |      |                          |
| Sesions d'aula      | 39    | 1,56 | CA13, CA14, KA12, SA13   |
| Tipus: Supervisades |       |      |                          |
| Tutories            | 9     | 0,36 | CA12                     |
| Tipus: Autònomes    |       |      |                          |
| Estudi personal     | 50    | 2    | KA11, SA12, SA14         |

La metodologia del curs combina sessions magistrals a classe amb activitats autònomes per part de l'alumne per tal de practicar els conceptes treballants durant el curs.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè els alumnes completin les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

## Avaluació

### Activitats d'avaluació continuada

| Títol       | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge                       |
|-------------|-----|-------|------|------------------------------------------------|
| Examen      | 70  | 2     | 0,08 | CA13, CA14, KA12, SA13, SA14                   |
| Lliuraments | 30  | 50    | 2    | CA12, CA13, CA14, KA11, KA12, SA12, SA13, SA14 |

Primera Part. (50%)

Es realitzaran entregues de problemes durant el curs (30% de la nota) i un examen general d'aquesta part (70%)

Segona part. (50%)

Es realitzaran entregues de problemes durant el curs (30% de la nota final) i un examen general d'aquesta part (70%)

## Bibliografia

Bàsica:

- V. Méndez, D. Campos, F. Bartumeus. *Stochastic Foundations in Movement Ecology*, Springer-Verlag, 2014
- C.W. Gardiner, *Handbook of Stochastic Methods for Physics, Chemistry and the Natural Sciences*. Springer. Berlin. 1990
- L.J.S. Allen, *An Introduction to Stochastic Processes with Applications to Biology*. Chapman & Hall/CRC, Boca Ratón. 2011
- R. Toral, P. Colet. *Stochastic Numerical Methods*. Wiley-VCH, 2014

Complementària:

- N. van Kampen, *Stochastic Processes in Physics and Chemistry*, Third Edition (North-Holland Personal Library) 2007
- J. Rudnick and G. Gaspari. *Elements of the Random Walk*. Cambridge Univ. Press, 2004
- N.C. Petroni. *Probability and Stochastic Processes for Physicists*. Springer-Verlag, 2020
- N. Lanchier. *Stochastic Modelling*. Springer-Verlag, 2017

## Programari

Les activitats pràctiques de l'assignatura es desenvoluparan en llenguatge Python i R

## Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre de 2025. A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través daquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

| Nom                   | Grup | Idioma | Semestre            | Torn  |
|-----------------------|------|--------|---------------------|-------|
| (TEm) Teoria (màster) | 1    | Anglès | primer quadrimestre | tarda |