

MODELITZACIÓ EN BIOLOGIA

Tipus d'assignatura: optativa de segon cicle.
Departament responsable: ESTADÍSTICA
Coordinador: A. MIÑARRO

ESTRUCTURACIÓ DE L'ASSIGNATURA: l'assignatura té un total de 60 crèdits, dels quals 30 corresponen a classes teòriques, 15 a problemes i 15 a pràctiques d'ordinador. Les pràctiques consistiran bàsicament en l'ús de programes que permetin la resolució i visualització dels models plantejats a classe per mètodes analítics, numèrics o gràfics.

OBJECTIUS

L'ús de models matemàtics en Biologia és un camp de creixent importància que va tenir els seus orígens en els treballs de Lotka i Volterra en models poblacionals i de Kermack i McKendrick a la epidemiologia.

L'objectiu bàsic del curs és el desenvolupament i anàlisi d'equacions i models matemàtics, les solucions dels quals simulen fenòmens biològics. Veurem exemples de diferents àrees de la Biologia on apareixen models de diversa complexitat matemàtica i estudiarem les tècniques bàsiques de resolució i interpretació dels mateixos.

A l'exposició dels temes es tindrà en compte el nivell matemàtic dels estudiants de l'ensenyament, desenvolupant a classe les tècniques matemàtiques bàsiques quan sigui necessari.

Un objectiu a llarg termini d'aquesta assignatura és fomentar l'estima de l'aplicació de les matemàtiques a les ciències biològiques.

AVALUACIÓ

D'acord a la normativa actual de la UB, es pot realitzar en dues modalitats.

- Avaluació continuada: que comporta
 - Al llarg del curs s'entregaran als estudiants en diferents períodes dos enunciats, generalment en forma de problema aplicat, que hauran de ser resolts i entregats en un termini de dues setmanes des de l'entrega. La puntuació de cada problema representarà un 15 % de la nota final.
 - realitzar una prova de síntesi en el període previst pel Consell d'estudis. La prova representa el 70% restant de la nota final.
 - Alternativament a la prova de síntesi, es donarà als alumnes la possibilitat de realitzar un treball sobre un tema relacionat amb l'assignatura, treball que podrà ser exposat a classe a requeriment del professor. Aquest treball representarà el 70% de la nota final corresponent a la prova de síntesi que substitueix.
- Avaluació única: consisteix en una prova de síntesi en el període previst pel Consell d'estudis. Per acollir-se en aquest segon tipus d'avaluació, l'estudiant

interessat haurà de seguir les directrius i respectar els terminis que especifiqui el Consell d'Estudis per a tot l'ensenyament

- La segona convocatòria, mentre existeixi, serà comú tant per als suspesos de l'avaluació continuada com per els de l'avaluació única.

Es donarà als alumnes la possibilitat de realitzar un treball sobre un tema relacionat amb l'assignatura, treball que haurà de ser exposat a classe. Pels alumnes que no hagin realitzat cap treball o aquest sigui deficient, es realitzarà una prova final.

PROGRAMA DE TEORIA

Models deterministes simples

1. *Introducció.* Models deterministes i estocàstics. Processos de naixement i de naixement i mort. Models continus generalitzats. Anàlisi quantitatiu dels models. Tècniques de resolució numèrica.
2. *Anàlisi qualitatiu.* Equilibri i estabilitat de les solucions. Punts de bifurcació.
3. *Poblacions sotmeses a explotació.* Estratègies d'explotació: Explotació constant i explotació dependent de la densitat. Conseqüències sobre les poblacions.
4. *Models amb retard.* Model logístic amb retard. Oscil·lacions. Estabilitat i equilibri.
5. *Models discrets.* Equacions en diferències. Mapes de retorn. Resolució i estudi de l'estabilitat. Introducció al caos determinista.
6. *Models per poblacions estructurades.* Models amb distribucions d'edat. Model de Leslie.
7. *Estimació i validació dels models.* Estimació de paràmetres de models deterministes. Validació del model. Proves d'aleatorietat.

Models deterministes amb interaccions

8. *Sistemes d'equacions diferencials.* Solucions analítiques de sistemes lineals. Solucions numèriques. Teoria qualitativa. Diagrames de fase. Comportament oscil·latori. Caos determinista en sistemes d'equacions diferencials
9. *Dinàmiques amb dues poblacions.* Model depredador-presa. Models de competició. Models cooperatius. Model d'excitació neuronal de Fitzhugh i Nagumo.
10. *Models epidemiològics.* Model SIR. Exemples. Altres models.

11. *Sistemes d'equacions en diferències*. Estabilitat i equilibri. Model hoste-paràsit de Nicholson-Bailey.

Oscil·ladors biològics i reaccions de difusió.

12. *Cinètica de les reaccions químiques*. Llei d'acció de masses. Teoria de Michaelis-Menten.
13. *Oscil·ladors i interruptors biològics*. Reacció de Belousov-Zhabotinskii. Altres exemples.
14. *Transport i difusió*. Models simples amb una i dues dimensions.
15. *Models de reacció-difusió*. L'equació de conservació. L'equació de difusió. Difusió i creixement de poblacions. Ones biològiques i formació de patrons.

BIBLIOGRAFIA

- BROWN, D. & ROTHERY, P. *Models in Biology: Mathematics, Statistics and Computing*. Ed. John Wiley & Sons. Chichester, England, 1993.
- EDELSTEIN-KESHET, L. *Mathematical Models in Biology*. Random House/Birkhauser, 1988.
- GILLMAN, M & HAILS, R. *An Introduction to Ecological Modelling*. Blackwell Science, 1997.
- HUNT, B., LIPSMAN, R. & ROSENBERG, J. *A guide to MATLAB for beginners and experienced users*. Cambridge University Press.
- KAPLAN, D. & GLASS, L. *Understanding Nonlinear Dynamics*. Springer, 1998.
- KOT, M. *Elements of Mathematical Ecology*. Cambridge University Press. 2001
- MONTERO, F. Y MORÁN, F. *Biofísica. Procesos de autoorganización en Biología*. EUEMA Universidad, Madrid, 1992.
- MURRAY, J.D. *Mathematical Biology*. Ed. Springer-Verlag. Berlín, 1993.
- OLIVEIRA-PINTO, F. CONOLLY, B.W. *Applicable Mathematics of Non-Physical Phenomena*. Ellis Hoorwood Limited. Chichester, England, 1982.
- RENSHAW, ERIC. *Modelling biological populations in space and time*. Cambridge University Press 1991.