

BIOMODELAT MATEMÀTIC I (22106)

Titulació/estudi: grau en Enginyeria Biomèdica

Curs: 1r

Trimestre: 1r i 2n

Número de crèdits ECTS: 12 crèdits

Hors dedicació estudiant: 300 hores

Llengua o llengües de la docència: català i castellà

1. Presentació de la assignatura

L'assignatura Biomodelat Matemàtic I està formada per tres blocs:

I: Àlgebra Lineal

II: Càlcul

III: Modelització Matemàtica

Els blocs I i II es cursen al primer trimestre, coincidint amb les primeres parts de les assignatures "Àlgebra Lineal i Matemàtica Discreta" i "Càlcul i Mètodes Numèrics" dels graus TIC al Campus del Poblenou; mentre que el bloc III es cursa al segon trimestre, al Campus del Mar.

Per als blocs I i II es poden consultar els plans docents de les assignatures esmentades a:

<http://www.upf.edu/pr/3377/21403.html> i

<http://www.upf.edu/pr/3377/21404.html>

Pel que fa al Bloc III els continguts són:

Teoria

1. Models matemàtics i computacionals en biologia. Complexitat, evolució i nivells d'anàlisi. Sistemes continus i discrets.

2. Models lineals. Creixement poblacional. Llei de Malthus i creixement exponencial. Mortalitat i decaïment exponencial. Estimació dels exponents de creixement i decaïment. Creixement lineal. Difusió entre dos compartiments. Expressió genètica constitutiva. Equilibri químic. Models computacionals discrets.

3. Models no-lineals. Creixement logístic i saturació. Inhibició per contacte i regulació de poblacions cel·lulars. Creixement tumoral. Creixement demogràfic: singularitats i comportament hiperbòlic. Importància de l'espai.

3. Estabilitat lineal. Punts d'equilibri i atractors. Bifurcacions i diagrames de bifurcació. Funció potencial. Trencament de simetria en biologia. Història i evolució. Catàstrofes.

4. Models de compartiments. Vies metabòliques. Poblacions acoblades: transport entre teixits i regulació genètica. Equacions diferencials lineals i aplicacions. Cancer i cicle cel·lular.

5. Models de cinètica de reacció. Reaccions de primer, segon i tercer ordre. Reaccions moleculars: hibridació de DNA. Polimerització i auto-assemblatge. Microtúbuls, inestabilitat dinàmica i arquitectura cel·lular.

6. Virus, malalties i epidèmies. Infecció i propagació: model SIS. Lladres d'eradicació. Dinàmica del virus VIH. Models del HIV: continus i discrets.

7. Competència entre poblacions. Models amb conservació: aplicacions al càncer. Cooperació: definició i importància evolutiva. Model de cooperació poblacional.

8. Sistemes dinàmics discrets. Models Booleans. Portes lògiques. Models genètics basats en elements lògics acoblats.

9. Models amb llindar: neurones formals i interruptors biològics. Computació biològica, models i evolució.

Pràctiques

L'assistència a les practiques és obligatòria per poder presentar-se a l'examen.

Pràctica 1: En aquesta pràctica, introduïrem l'entorn de programació Netlogo. Aquest llenguatge de programació està escrit en Java i funciona en totes les plataformes.

Pràctica 2: Estudiarem com simular el decaïment exponencial d'un conjunt de partícules que es desintegren. Visualitzarem aquesta simulació amb Netlogo i generarem gràfiques per estudiar l'evolució del sistema.

Pràctica 3: Simularem processos de creixement tumoral en l'espai. Per això, farem servir els "patches" i detectarem quin són els objectes veïns a un altre donat. Així podrem comprovar si n'hi ha espai disponible per replicar-nos o no. També estudiarem com variar la resposta dels objectes segons la seva posició espacial.

Pràctica 4: Simularem un procés de creixement tumoral en competència amb cèl·lules sanes en l'espai limitat. Explorarem diferents escenaris depenent de les probabilitats de duplicació i mortalitat cel·lular.

Pràctica 5: Simularem el model **SI** (*susceptible-infected*) d'epidèmies amb Netlogo i estudiarem els llindars d'infecció. A més, proposarem el model més general **SIR** (*susceptible-infected-recovered*) per tal d'estudiar com fins i tot una petita fracció d'individus vacunats permet evitar la propagació de les epidèmies i protegir la població sana sense vacunar.

Pràctica 6: L'adhesió cel·lular permet la formació de teixits i per tant, son bàsics per al desenvolupament dels òrgans. En aquesta pràctica estudiarem un possible escenari de formació d'agregats composts del mateix tipus de cèl·lules. El sistema intenta trobar la configuració global més estable (i.e., d'energia mínima)

considerant les forces d'atracció i repulsió entre els diferents tipus de cèl·lules. També discutirem la importància dels mecanismes d'adhesió en la formació de membranes cel·lulars.

Avaluació

Proba d'assaig teoria: 65% de la nota final

Proba d'assaig pràctiques: 35% de la nota final

Per tal de fer la nota promig cal que cada part (teoria i pràctica) estigui aprovada amb un cinc.

En cas de suspendre es pot recuperar al juliol sempre i quan s'hagin presentat a la convocatòria ordinària.