

BIOCOMPUTACIÓ

Titulació: Grau en Enginyeria Biomèdica

Curs: 2on

Trimestre: 3er

Nombre de crèdits ECTS: 6 crèdits

Hores dedicació presencial: 66 hores

Llengües de la docència: català, castellà i anglès

Professorat: Jordi Garcia Ojalvo (CEXS, coordinador), Javier Macía (CEXS), Marçal Gabaldà (CEXS) i Gustavo Deco (DTIC)

1. Presentació de l'assignatura

L'assignatura *Biocomputació* és una matèria obligatòria del segon curs del Grau en Enginyeria Biomèdica de la Universitat Pompeu Fabra. Consta de 6 crèdits ECTS, corresponents a 66 hores de docència presencial distribuïdes en 30 hores de teoria, 12 hores de seminaris i 24 hores de pràctiques. L'objectiu principal de l'assignatura és presentar els principis bàsics que regeixen la detecció i processat de la informació en sistemes vius, des del nivell de les biomolècules fins als organismes, passant per òrgans com ara el cervell i el sistema immune.

2. Continguts

Teoria

Tema 0. Introducció. La cèl·lula com a computador. Detecció i processat de senyals bioquímiques. Xarxes, circuits, i mòduls genètics i de senyalització.

Tema 1. Circuits de regulació genètica. Models bàsics de regulació cel·lular. Realimentació positiva i negativa, cascades de regulació, pre-alimentació, circuits de regulació mútua, oscil·lacions.

Tema 2. Lògica combinatòria. Taules de veritat i portes lògiques. Conjunts funcionals complets. Funció booleana i mapes de Karnaugh. Computació amb ADN.

Tema 3. Xarxes de regulació cel·lular. Modularitat. Motius de xarxa (*network motifs*). Teoria de xarxes de reaccions químiques. Xarxes cel·lulars complexes: xarxes aleatòries, de món petit, i lliures d'escala. Xarxes de Kauffman. Robustesa i letalitat. Xarxes booleanes de transcripció i transducció de senyals.

Tema 4. Teoria de la computació. Màquines d'estat finit, màquines de Turing, computabilitat.

Tema 5. Codificació i teoria de la informació. Tècniques de codificació, teorema de Shannon, compressió de la informació.

Tema 6. Termodinàmica de la computació. Energia i computació, computació reversible, replicació i transcripció de l'ADN.

Tema 7. Computació al cervell. Impulsos neuronals, dinàmica sinàptica, dinàmica de xarxes neuronals, xarxes corticals.

Seminaris

Els seminaris consistiran en sessions de resolució de problemes relatius als temes tractats a classe de teoria, així com discussió de casos pràctics. També s'impartiran alguns seminaris especialitzats per part de professors convidats.

Pràctiques

Es realitzaran les següents pràctiques de simulació, de tres hores de durada cadascuna:

Pràctica 1. Sistemes dinàmics no lineals: atractors, bifurcacions, cicles límit

Pràctica 2. Dinàmica determinista de circuits de regulació genètica

Pràctica 3. Simulació estocàstica de circuits de regulació genètica

Pràctica 4. Topologia de xarxes cel·lulars

Pràctica 5. Dinàmica de xarxes cel·lulars

Pràctica 6. El model *integrate & fire* de dinàmica neuronal

Pràctica 7. Computació amb xarxes neuronals

Pràctica 8. Computació en el sistema immune

3. Avaluació

La nota final de l'assignatura es distribuirà de la següent forma:

- a) Teoria (30%): aquests continguts s'avaluaran mitjançant un únic examen a final de curs, que contindrà tant preguntes d'elecció múltiples com preguntes obertes.
- b) Problemes (30%): aquests continguts s'avaluaran també a l'examen final.
- c) Pràctiques (30%): 2/3 d'aquesta nota correspondran als dossiers de pràctiques, que s'hauran d'entregar periòdicament, i 1/3 vindrà determinat per una o varies preguntes curtes que s'hauran de respondre a l'examen final.
- d) Nota de classe (10%): participació activa en les sessions de seminaris (realització de problemes a la pissarra, preguntes i comentaris a classe i al fòrum de discussió de l'Aula Global).

S'han de tenir en compte les següents consideracions:

- L'assistència a les pràctiques és obligatòria.
- S'haurà d'obtenir una nota mínima de 3 punts sobre 10 a cadascuna de les qualificacions (a)-(c) enumerades a dalt, per poder aprovar l'assignatura.
- Els alumnes que no hagin superat l'assignatura tindran la opció d'assistir a una prova de recuperació al Juliol, on es tornarà a avaluar la teoria, els problemes i les preguntes de pràctiques. El dossier de pràctiques i la nota de classe no es podran re-avaluar.

4. Bibliografia i recursos didàctics

4.1. Bibliografia bàsica

- *An Introduction to Systems Biology*. Alon (Chapman and Hall, 2007).
- *Lectures on Computation*. Feynman (Westview, 1996).
- *Theoretical Neuroscience*. Dayan and Abbott (MIT Press, 2005).

4.2. Bibliografia complementària

- *Physical Biology of the Cell*. Phillips, Kondev, Theriot (Garland, 2009).
- *Systems Biology*. Klipp, Liebermeister, Wierling, Kowald, Lehrach, Herwig (Wiley, 2009)
- *Computational Cell Biology*. Fall, Marland, Wagner and Tyson (Springer, 2005).
- *Complex Networks*. Cohen and Havlin (Cambridge Univ. Press, 2010).
- *Spikes*. Rieke, Warland, de Ruyter van Steveninck and Bialek (MIT Press, 1999)
- *Foundations of Cellular Neurophysiology*. Johnston and Wu (MIT Press, 1994).
- *Computational Neuroscience of Vision*. Rolls and Deco (Oxford Univ. Press, 2002).
- *Biophysics of Computation*. Koch (Oxford Univ. Press, 1998).
- *Introduction to Theoretical Neurobiology*. Tuckwell (Cambridge Univ. Press, 1988).