

INTRODUCCIÓ A LA UNIVERSITAT I A L'ENGINYERIA BIOMÈDICA (22107)

Titulació/estudi: grau en Enginyeria Biomèdica

Curs: 1r

Trimestre: 1r i 2n

Nombre de crèdits ECTS: 6 crèdits

Hores dedicació estudiant: 66 hores

Llengua o llengües de la docència: català i castellà

Professorat:

El professor responsable (coordinador) de l'assignatura és Javier Macía Santamaría (CEXS). En les classes magistrals, pràctiques i seminaris també hi intervindran Ricard Solé (CEXS), Sergi Valverde (CEXS), i Oscar Cámara (DTIC).

1. Presentació de l'assignatura

L'assignatura Introducció a la universitat és una de les assignatures bàsiques de primer curs del Grau en Enginyeria Biomèdica de la Universitat Pompeu Fabra de Barcelona. Té 6 crèdits ECTS i consta de tres blocs independents: **Bloc 1 (Introducció a la Universitat i a l'Enginyeria Biomèdica 2 ECTS)**, **Bloc 2 (Introducció a la Biologia de Sistemes 2 ECTS)** i **Bloc 3 (Física dels Processos Biològics 2 ECTS)**.

BLOC 1

El bloc "Introducció a la Universitat i a l'Enginyeria Biomèdica" presenta a l'alumne el nou contexte formatiu què és la universitat, amb totes les facilitats, instal·lacions, metodologies i eines de recolzament. A més a més, s'introdueix a l'alumne el camp de l'Enginyeria Biomèdica, incloent les diferents branques, la recerca i la seva financiació, un estudi del sector i les sortides professionals entre d'altres conceptes. Finalment, les pràctiques es centraran a iniciar el contacte de l'alumne amb programari Open-Source per visualitzar i processar imatges mèdiques. Les classes d'aquest bloc seran impartides pel professorat del DTIC. Les introductòries sobre l'estructura de la universitat i el nou contexte formatiu seran compartides amb alumnes d'altres graus DTIC. La resta de classes seran impartides pel professor Oscar Cámara.

BLOC 2

El bloc "Introducció a la Biologia de Sistemes" pretén introduir a l'alumne en la utilització d'equacions diferencials per estudiar diversos problemes biològics, inclòs el desenvolupament de càncer i el seu tractament, la dinàmica d'epidèmies, la comunicació cel·lular, el transport a través de membranes, la cinètica de transcripció i síntesi de proteïnes, etc. Aquesta assignatura és impartida pels professors Ricard Solé (teoria) i Sergi Valverde (pràctiques).

BLOC 3

El bloc de Física dels Processos Biològics pretén introduir conceptes bàsics de la física dins del marc dels processos que tenen lloc als sistemes biològics. En aquest context tots els continguts impartits seran il·lustrats amb exemples biològics.

tant a nivell molecular, cel·lular com de poblacions. Aquest bloc consta d'una part teòrica impartida pel professor Javier Macía i una part de practiques computacionals impartides pel professor Sergi Valverde.

2. Competències a assolir

BLOC 1

Els objectius fonamentals d'aquest bloc són el d'introduir els estudiants el nou concepte formatiu i el camp de l'enginyeria biomèdica per començar a conèixer l'entorn de treball que veuran durant el grau.

BLOC 2

Els objectius fonamentals són educar els estudiants en la modelització matemàtica i per ordinador (computacional) de problemes biològics. Aquesta modelització els permet una primera connexió amb el món dels models teòrics en biologia.

BLOC 3

Els objectius fonamentals d'aquest projecte són proporcionar a l'estudiant els fonaments bàsics que li permetin comprendre que qualsevol fenomen que observi té una causa implícita explicable sota el punt de vista de la física, i ser capaç de desenvolupar eines computacionals per modelitzar i aprofundir en el coneixent dels mecanismes físics existents darrera dels processos biològics.

Específicament, les competències a treballar seran:

- Competències generals
 - Sistèmiques
 - Capacitat d'adaptació a la nova situació formativa a la universitat i l'Escola
 - Capacitat per a reconèixer i comprendre la diversitat i la multiculturalitat
 - Interpersonals
 - Capacitat de treball en equip
 - Instrumentals
 - Capacitat d'organitzar i planificar
 - Resolució de problemes
 - Habilitat en la cerca i gestió de la informació
 - Capacitat de comunicar-se amb propietat de forma oral i escrita en català i castellà, tant davant d'audiències expertes com inexpertes
- Competències específiques
 - Coneixements bàsics de la professió d'enginyer biomèdic
 - Capacitat per a la redacció, desenvolupament i presentació de treballs en l'àmbit de l'enginyeria biomèdica
 - Facilitat per a treballar la documentació pròpia de la professió com ara articles científics, patents i projectes de recerca
 - Capacitat per a utilitzar eines informàtiques de cerca de recursos bibliogràfics o d'informació relacionada amb l'enginyeria biomèdica
 - Capacitat per a utilitzar programari per visualitzar imatges mèdiques
 - Capacitat per a la resolució de problemes matemàtics que poden sorgir a la enginyeria amb aplicació de coneixements d'àlgebra lineal; geometria; geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials; mètodes numèrics i estadística.

- Desenvolupar les habilitats per fer us d'eines informàtiques per a la implementació de models biològics i simulacions dels seus comportaments.
- Capacitat de comprensió de conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones, electromagnetisme i la seva aplicació en el context de problemes propis de la enginyeria.
- Capacitat de comprensió de les lleis físiques i químiques que regulen la interacció entre energia i matèria.
- Capacitat de utilitzar tècniques, habilitats i eines necessàries per a la pràctica de la enginyeria moderna.

3. Continguts

BLOC 1

TEMARI TEÒRIC

Tema 1. Introducció a la universitat

Introducció a l'assignatura i als recursos principals. La plataforma de e-learning, el correu electrònic i la configuració de recursos de la xarxa. Ordinadors, software i altres equipaments informàtics i audiovisuals. Cerca de materials i recursos d'informació necessaris per les assignatures. Característiques general de la universitat. Estructura dels estudis universitaris i els plans d'estudi. Normativa acadèmica.

Tema 2. Introducció a l'enginyeria biomèdica i el seu entorn

Definició enginyeria biomèdica. Història. Diferents branques. Condicions de treball. Sortides professionals. Entorn nacional i internacional. Salaris. Grups de recerca sobre enginyeria biomèdica a la UPF. Societats científiques.

Tema 3. Treball col.laboratiu

Treball en equip. Diferència entre cooperació i col.laboració. Dinàmica de grups. Organització i resolució de conflictes. Comunicació oral. Estratègies d'estudi. Eines de treball col.laboratiu.

Tema 4. Mercat a l'entorn biomèdic

Empreses biomèdiques. Projectes nacionals i internacionals de recerca. Patents. Agències de qualitat. FDA. Assajos clínics. Laboratoris (dry-lab, wet-lab).

Tema 5. Cerca i gestió de la informació

Semàntica. Instruments de recerca bibliogràfica. Journal Citation Report. ISI Web of Knowledge. Conferències. Articles científics. Autories. Format de les dades. Anonització de les dades. Emmagatzematge de les dades. Minería de dades.

Tema 6. Introducció als programaris Open Source de visualització d'imatges mèdiques

Tipus d'imatges mèdiques. Programaris de visualització d'imatges mèdiques i models computacionals. Diferents tipus de llicències. Processament bàsic d'imatges mèdiques. Format d'imatges mèdiques (DICOM). Llei de protecció de dades.

TEMARI PRÀCTIC

Pràctica 1. Introducció a la visualització d'imatges mèdiques amb GIMIAS

Familiarització amb l'entorn GIMIAS. Cerca d'imatges mèdiques.

Pràctica 2. Processament bàsic d'imatges mèdiques amb GIMIAS

Ús de GIMIAS per aplicacions clíniques bàsiques en cardiologia.

BLOC 2

TEMARI TEÒRIC

Tema 1. Models en biologia.

Tema 2. Decaïment exponencial. Farmacologia i marcatge radioactiu.

Tema 3. Model estocàstic de decaïment. Random walks.

Tema 4. Creixement exponencial. Model basic, estocàstic i estimació de paràmetres.

Tema 5. Punts d'equilibri i estabilitat. Senyalització cel·lular i equilibris múltiples.

Tema 6. Model logístic. Difusió entre compartiments. Camp mig i dinàmica microscòpica.

Tema 7. Model de Gompertz: creixement tumoral. El problema de l'espai.

Tema 8. Bifurcacions i trencament de simetria.

Tema 9. Models Booleans d'interruptors cel·lulars: comparació amb models continus.

Tema 10. Catàstrofes d'error: virus, informació biològica i els seus límits.

Tema 11. Estructura de teixits: criptes i dissenys òptims.

Tema 12. Propagació d'epidèmies. Transicions, erradicació i percolació.

Tema 13. Evolució de seqüències neutres i especiació.

Tema 14. Models discrets de diferenciació cel·lular. Stem cells i soroll estocàstic. Retrogradació.

Tema 15. Teixits i ordre per interaccions locals: inhibició lateral.

TEMARI PRÀCTIC

Pràctica 1. Introducció a Netlogo i la programació orientada a objectes. Presentació de l'entorn Netlogo i llenguatge de programació orientat a objectes. Concepte de simulació mitjançant programes informàtics. Comandes bàsiques: instrucció, assignació, bucle. Diagrama de control de flux. Implementació de l'equació del decaïment exponencial (degradació molecular i radioactivitat).

Pràctica 2. Simulacions i equacions diferencials. Degradació molecular mitjançant una població de partícules que es desintegren. Conceptes: turtle, patch, observer. Atributs i mètodes d'una tortuga. Nombres aleatoris. Visualització en temps real. Generació de gràfiques 2-D. Disseny d'interfícies gràfiques. Introducció a la simulació de processos de vida i mort. Comandes: create-turtles, clear-all, die, fd, setxy, random-float, ask turtle, plotxy.

Pràctica 3. Introducció als processos de creixement espacial Processos de reproducció a l'espai. Interacció entre tortugues i patches. Resposta dinàmica en funció de la posició. Formació de patrons espacials. Introducció al model de creixement tumoral. Comandes: ask patch, sprout, ask neighbors, turtles-here.

Pràctica 4. Model de creixement tumoral. Simulació d'un procés de creixement tumoral amb dos tipus de cèl·lules: humanes i càncer. Processos de competició espacial. Exploració dels diferents escenaris possibles. Comandes: set-current-plot-pen, color, count.

Pràctica 5. Model SIR d'epidèmies. Simulació d'epidèmies amb el model SIR (susceptible-infected-recovered). Moviment de les tortugues. Extensió del programa bàsic a diferents tipus d'estats/individus. Concepte de llindar d'infecció. Creixement logístic del nombre d'individus infectats. Avaluació numèrica de l'impacte de les vacunacions. Comandes: rt, fd, one-of.

Pràctica 6. Model d'adhesió cel·lular Introducció al mecanisme d'adhesió cel·lular i a la formació i desenvolupament d'òrgans. Formació espontània d'agregats cel·lulars del mateix tipus. Concepte de minimització d'energia d'un sistema. Forces d'atracció i repulsió. Comandes: let, move-to, patch-right-and-ahead, random-pxcor.

BLOC 3

TEMARI TEÒRIC

Tema 1. Moviment molecular i cel·lular.

Conceptes bàsics de cinemàtica (velocitat, acceleració, etc.). Random walks. Moviment molecular. Gasos ideals. Difusió: Llei de Fick. Moviment cel·lular: Chemotaxia.

Tema 2. Forces i pressions en sistemes biològics.

Conceptes bàsics de forces i pressions (unitats, lleis de Newton, etc.). Fenòmens de superfície. Tensió superficial. Dissolucions. Potencial químic. Osmosis i pressió osmòtica.

Tema 3. Fluïts, viscositat i elasticitat en sistemes biològics.

Flux ideal. Flux a través de un tub (Llei de Poiseville). Permeabilitat de membranes (Llei de Darcy). Llei de Hooke i mòdul de Young. Flux viscós: circulació sanguínia. Elasticitat. Llei de Laplace.

Tema 4. Biopotencials.

Conceptes bàsics d'electricitat (Llei d'Ohm, Llei de Coulomb). Potencial de Nerst. Bombes iòniques. Despolarització de membranes. Conducció nerviosa.

TEMARI PRÀCTIC

Pràctica 1. Implementació en Netlogo d'un model de reacció difusió. Utilització de patches per discretitzar l'espai continu. Implementació en diferències finites de la Llei de Fick (mètode d'Euler).

Pràctica 2. Implementació en Netlogo d'un model senzill de chemotaxia cel·lular. Ús de turtles com a cèl·lules i patches com discretització del espai. Conceptes de moviment contra o a favor de gradient.

Pràctica 3. Implementació d'un model de potencial d'acció de la conducció nerviosa. Bombes de sodi-potasi. Equació de Goldman, Hodgkin i Katz (GHK). Model de circuit elèctric RC.

4. Avaluació

La nota de l'assignatura serà proporcional al volum de crèdits dels blocs. Per poder fer la mitjana de notes entre els dos blocs es requereix una nota mínima de 4 en cadascun d'ells. En cas que un alumne no superi un dels blocs en primera convocatòria, ha d'examinar-se d'aquell bloc exclusivament en la segona convocatòria.

Avaluació d'aprenentatges del Blocs 1:

- Examen test de la part de teoria (45% de la nota final): En aquests examens es proposaran diferents preguntes teòriques sobre temes treballats a classe.
- Lliurables (30% de la nota final): Presentacions, treballs en grup
- Treball sobre la part pràctica (25% de la nota final). Es proposarà un cas pràctic del qual caldrà desenvolupar la seva implementació així com preguntes curtes.

Avaluació d'aprenentatges dels Blocs 2 i 3:

- Examen de la part de teoria (65% de la nota final): En aquest examen es proposaran diferent exercicis i/o preguntes teòriques sobre temes treballats a classe.
- Examen de la part pràctica (35% de la nota final). Es proposarà un cas pràctic del qual caldrà desenvolupar la seva implementació així com preguntes curtes.
- Treball pràctic opcional. Cal presentar i defensar una memòria. Aquest treball pot incrementar la nota final fins a 2 punts.

És obligatori fer les pràctiques per superar l'assignatura.

Qualsevol tipus de còpia en qualsevol dels apartats d'avaluació implica no superar l'assignatura

5. Bibliografia i recursos didàctics

5.1. Bibliografia bàsica

Llibres de text:

ENDERLE, J.; BRONZINO, J. Introduction to Biomedical Engineering. 3rd. edition. Academic Press Series in Biomedical Engineering, 2011.

CROMER, A. H. Física para las ciencias de la vida. 3a. edició. Barcelona: Reverté, 1992.

CUSSÓ, F.; LOPEZ, C.; VILLA, R. Física de los procesos biológicos. Ed. Ariel.

5.2. Bibliografia complementària

Llibres de consulta:

BOGDANOV, K. El físico visita al biólogo. Moscou: Editorial Mir.

GASS. Introducción a las ciencias de la tierra. Ed. Reverté.

HAWKING, S. Historia del tiempo. Ed. Crítica.

HOYLE, F. El universo inteligente. Ed. Grijalbo.

HEWIT, PAUL G. Conceptos de física. Limusa Noriega Editores.

ORTUÑO, M. Física para biología, medicina, farmacia y veterinaria. Crítica.

SEARS-ZEMANSKY. Física general.