

Planificación de la Asignatura: Modelos de Sistemas Biológicos - Bioingeniería

Fecha: 23/10/2024 13:02

Código: B0863

Carrera: Bioingeniería

Departamento Académico: Bioingeniería

Docente a cargo:

Correo del docente a cargo: cpais@ingenieria.uner.edu.ar

Régimen de Dictado: Cuatrimestral 1º Cuatrimestre

Carga Horaria Semanal: 6 horas semanales

Carga Horaria Total: 84 horas

Contenidos Mínimos:

Modelización por analogías, modelos compartimentales, modelos poblacionales, modelos en epidemiología, autómatas y agentes, modelos ocultos de Markov y caos en sistemas biológicos.

Competencias Genéricas:

CT 4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en Bioingeniería: Nivel de dominio 3.

CT 5. Contribución a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas: Nivel de dominio 1.

CS 1. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo: Nivel de dominio 1.

CS 2. Fundamentos para una comunicación efectiva: Nivel de dominio 1.

CS 4. Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local: Nivel de dom. 1.

CS 5. Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo: Nivel de dominio 1

Competencias Específicas:

CE 1.1 - Diseñar, calcular y proyectar instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud: Nivel de dominio 3.

CE 6.1 y 6.2: Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional: Nivel de dominio 1.

Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:

Toda la asignatura intenta que el alumno adquiera y domine técnicas y herramientas de aplicación en la Bioinformática y Bioingeniería con el máximo nivel de complejidad e integración. Todas las actividades de la cátedra están basadas en situaciones reales de la práctica profesional, buscando la autonomía en el trabajo del alumno, con alto grado de autogestión, especialmente expresados por el Trabajo Final.

La contribución a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas viene dada a través de los ejemplos y temas que intentan mantenerse en la frontera del conocimiento de la temática.

Dado que tanto los trabajos prácticos de la asignatura como el Trabajo Final debe ser realizado de forma grupal y autónoma, se aporta con un nivel significativo de dominio al desempeño en equipos de trabajo y a una comunicación efectiva.

Además de llevar adelante implementaciones concretas de modelos biológicos, los alumnos deben reproducir y criticar un trabajo científico actual (en esto consiste el Trabajo Final).

Mediante estas actividades y el proceso de validación contra datos de la realidad que todo modelo debe contener, el alumno comienza a ser capaz de evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional.

Dado que los simuladores de paciente, fantomas, modelos de control óptimo y sistemas de inteligencia

artificial son cada vez más comunes en la práctica profesional del bioingeniero, la modelización de sistemas biológicos brinda una aproximación inicial al diseño, cálculo y proyección de equipamientos e instrumental de tecnología biomédica y procesamiento de señales biomédicas.

Uno de los contenidos presentados de forma explícita en el programa analítico de la asignatura es la modelización de epidemias, tema que se intenta abordar de forma integral, teniendo en cuenta los diferentes espacios sociales que pueden ser afectados. Lo mismo sucede con la modelización de los ecosistemas.

Desde la cátedra se entiende que ambos temas pueden aportar a lo referido a la higiene y seguridad en el ámbito sanitario, lo que brinda al alumno una aproximación inicial a estos temas.

Correlativas Regulares para cursar:

Tercer año

Señales y Sistemas

Correlativas Aprobadas para cursar:

Segundo año

Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:

Segundo año

Señales y Sistemas

Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:

Dado que esta asignatura es electiva para los estudiantes de la carrera de Bioingeniería, por lo tanto está orientada a alumnos próximos al egreso.

Dado que en la asignatura se entiende a los modelos como "conceptualizaciones idealizadas de un sistema biológico real, implementados en sistemas computados con un uso acotado al alcance esperado", la generación de un modelo en el ámbito de los sistemas biológicos se concibe como un proyecto creativo. Desde este punto de vista, la generación de un modelo es un problema de diseño, abierto, que cuenta con la impronta de quien lo crea. En este marco, Modelos de Sistemas Biológicos aporta a las competencias genéricas antes enumeradas.

Para el análisis de la inserción de la asignatura en el plan de estudios se tomarán en cuenta, las asignaturas y contenidos destacados de las materias precedentes y correlativas.

Las siguientes asignaturas aportan las bases para el desarrollo de esta materia:

- "Química General e Inorgánica", "Química Orgánica y Biológica", "Física mecánica" y "Electricidad y Magnetismo", principalmente, aportan la base conceptual para transcribir la realidad concreta (sistemas naturales o dispositivos artificiales) a una versión abstracta y simplificada de la misma, permitiendo tomar en cuenta sólo los elementos relevantes al problema que se desea tratar.
- "Cálculo en una Variable", "Álgebra Lineal y Geometría Analítica", "Cálculo Vectorial" y "Ecuaciones Diferenciales", principalmente, brindan la base formal para la descripción matemática de los modelos físicos, químicos y las herramientas aplicables al tratamiento de señales y sistemas derivados de estos.
- "Probabilidad y Estadística" presenta las nociones básicas para comprender los procesos y modelos aleatorios y estocásticos aplicados a los sistemas vivos.
- "Fundamentos de Programación" y "Programación avanzada", principalmente, dan la base herramental que sustentará la implementación computacional de los modelos o técnicas desarrollados.
- "Química orgánica y biológica" y "Biología Molecular y Celular", principalmente, son el ámbito de aplicación de los modelos y técnicas desarrolladas.
- "Señales y Sistemas": brinda las bases del procesamiento digital de señales necesarias para analizar y manipular las señales que intervienen en los modelos.
- "Inglés I y II": debido a que una parte importante de la bibliografía está disponible en idioma Inglés, es necesario que los alumnos posean capacidad suficiente para la lectura y comprensión de textos en este idioma.

Los temas principales de la asignatura están vinculados al modelado matemático y computacional de

sistemas biológicos tanto a nivel micro, como meso y macro.

Por último, la inserción laboral del Bioingeniero, orientada a los productos médicos y los servicios vinculados a éstos, es impensable la formulación de cualquier aparatología, biomaterial, servicio o política sanitaria que sea independiente de una concepción sistémica u holística del ser vivo. Además, en estos tipos de aplicaciones la Modelización es una herramienta vital que permite predecir impactos, posibles resultados, generalizar situaciones particulares, optimizar esquemas de entrol, etc.. Todas estas características dan origen a la necesidad de que el Bioingeniero cuente con los conocimientos vinculados a la modelización que se ofrecen en la asignatura.

Objetivo General:

Que el alumno logre:

- Desarrollar competencias, aptitudes y habilidades que le permitan integrar, obtener y aplicar conocimientos y herramientas para la generación de modelos de sistemas biológicos.
- Adquirir actitudes tendientes a la generación de aportes genuinos en la generación y resolución de modelos de sistemas biológicos, teniendo como herramienta principal a la computadora.
- Fortalecer el uso del marco conceptual-teórico en la capacidad del alumno para inferir estructuras y comportamientos no directamente observables.
- Aumentar su capacidad para adquirir conocimientos en forma autónoma y en tareas grupales.
- Reconocer su propia capacidad de aportar conocimientos al desarrollo de la bioingeniería a través de la formulación de modelos de sistemas biológicos.

Objetivos Particulares:

Que el alumno logre:

- Comprender el concepto de modelo y las etapas de construcción de un modelo.
- Comprender los conceptos y las estrategias básicas para el análisis y el modelado de sistemas y estructuras biológicas.
- Utilizar la simulación en computadora como herramienta para el estudio de situaciones típicas en el contexto de sistemas biológicos, tanto a nivel micro como meso y macro.
- Diseñar modelos de sistemas biológicos mediante analogías con sistemas físicos simples.
- Diseñar modelos mediante la estrategia basada en compartimientos.
- Diseñar modelos poblacionales de interés biomédico y/o biotecnológico.
- Modelar y simular epidemias.
- Comprender los conceptos fundamentales de autómatas determinísticos y probabilísticos y su uso para el modelado de sistemas complejos.
- Aplicar los modelos basados en agentes en sistemas complejos, emergentes o generativos.
- Modelar y simular sistemas caóticos.
- Comprender la diferencia entre modelos de señales y modelos de sistemas.
- Comprender la diferencia entre modelos locales y globales.
- Conocer algunas nociones básicas de modelos avanzados de señales.
- Aplicar conceptos de la teoría de señales y sistemas a problemas de modelado y simulación de sistemas biológicos.
- Utilizar con juicio crítico las herramientas computacionales disponibles.

- Interpretar correctamente los resultados de las simulaciones de los modelos obtenidos mediante distintas estrategias.
- Reconocer el esfuerzo y los logros obtenidos por todos aquellos que participaron en el desarrollo humano, científico y tecnológico que hoy disfrutamos, en particular dentro de las áreas de incumbencia de la asignatura.

Programa Analítico:

La asignatura aporta el desarrollo de competencias tanto básicas como específicas a través del análisis de grupal tanto de trabajos de investigación, como de casos concretos de aplicación y abordaje de problemáticas reales aplicando integración de contenidos en el campo de la bioingeniería.

La asignatura abarca los fundamentos y conceptos principales involucrados en el proceso de modelización de sistemas biológicos y de varias estrategias y enfoques sobre casos concretos de aplicación en el campo de la bioingeniería.

PARTE 1: Fundamentos y técnicas clásicas.**Unidad I: Introducción a los modelos, los sistemas y las señales**

Objetivos generales de la materia. Breve presentación de los temas y su interrelación. Noción inicial de modelo, las señales y los sistemas, diferencia entre el modelo y la realidad, ejemplos de problemas de aplicación. Importancia de los modelos en la ciencia. Definición de modelo. Propiedades. Etapas en la construcción de un modelo. Ventajas del lenguaje matemático y computacional. Simplificaciones y aproximaciones al mundo real. Análisis y síntesis. Tipos de errores. Formas de medir y evaluar la eficacia de un modelo. Modelado de sistemas vs modelado de señales. Ejemplos de modelos. Ecuaciones diferenciales derivadas de modelos simples. Simulación por computadora. Revisión de métodos de resolución numérica de ecuaciones diferenciales.

Unidad II: Modelos poblacionales.

Modelización poblacional: Contexto histórico del nacimiento de la modelización poblacional. Movimientos e interacción entre poblaciones. Relaciones intra e interespecíficas. La ecuación logística generalizada. Las ecuaciones de Lotka y Volterra. Ejemplos de modelos poblacionales en bioinformática.

Unidad III: Modelos compartimentales.

Modelos de sistemas compartimentales: Contexto histórico del nacimiento de la modelización compartimental. Definición de compartimentos. Sistemas de dos compartimentos. Diferencias con el enfoque poblacional. Modelos catenarios y mamilares. Transporte por difusión por membrana y flujos de gases y líquidos. Transporte de materia y energía. Cinética química con y sin reacción. Ejemplos de modelos compartimentales en bioinformática.

Unidad IV: Modelos de epidemiología.

Contexto histórico del nacimiento de la modelización en epidemiología. El modelo de Kermack-McKendrick. El número básico de reproducción. Fuerza infectiva. Modelos SEIRS. Enfermedades mediadas por vector. Ejemplos.

Unidad V: Modelización por analogías

Analogías entre sistemas eléctricos, hidráulicos, mecánicos y biológicos. Variables “entre” y “a través”. Ecuaciones dinámicas de sistemas simples. Equivalencias entre unidades. Sistemas SISO convolutivos de parámetros concentrados. Ley de Ohm universal. Elementos que almacenan energía cinética y potencial. Ecuaciones de almacenamiento de energía en los distintos sistemas. Ejemplos y casos de estudio.

PARTE 2: Técnicas avanzadas.

Unidad VI: Modelización por autómatas determinísticos.

Modelización local: definición. Modelización computacional. Complejidad.

Autómatas de estados finitos: Contexto histórico del nacimiento de la modelización por autómatas.

Definición. Propiedades. Grafos de estado. Ejemplos.

Autómatas celulares: Topología, dimensiones y vecindades. Condiciones de contorno. Ejemplo de simulación del comportamiento del tejido excitable cardíaco. Otros ejemplos biológicos. Modelos neuronales.

Unidad VII: Modelización por autómatas estocásticos.

Modelos estocásticos: Métodos de generación de números aleatorios y su utilización en el modelado de sistemas. Características. Métodos tipo Monte Carlo y Gillespie.

Autómatas probabilísticos: Contexto histórico del nacimiento de la modelización por autómatas. Definición. Propiedades. Grafos de estado. Relación con autómatas determinísticos. Modelos observables. Modelos ocultos de Markov. Modelos de izquierda-derecha. Introducción al algoritmo de Viterbi. Planteo de los problemas de evaluación, decodificación y entrenamiento. Ejemplos.

Unidad VIII: Modelos basados en Agentes.

Agentes: Contexto histórico del nacimiento de la modelización basada en agentes. Introducción a los fenómenos emergentes y generativos. Definición. Propiedades. Particularidades. Microespecificación. Macroestructura. Herramientas disponibles. Ejemplos.

Unidad IX: Modelos no lineales y Caos.

Modelos no lineales: Planos de fase. Trayectorias, atractores y soluciones numéricas. Ejemplos en tejidos excitables.

Modelos que incorporan Caos: Definición de Caos. Existencia de comportamiento caótico. Bifurcaciones. Diferencias con el caso aleatorio. Las firmas del Caos en secuencias numéricas. Simulación de la ecuación logística, diagrama de bifurcaciones. Relación con los fractales y ejemplos biomédicos.

Metodología Didáctica:

La asignatura está orientada al estudio de las técnicas de construcción de modelos biológicos, a partir del conocimiento del sistema y sus partes constitutivas. En general, no existen guías exactas para diseñar y construir modelos desde sus partes constitutivas (no interpretados como cajas negras), por lo que una de las mayores fuentes para el aprendizaje es la experiencia, viendo ejemplos y creando modelos propios. Estas características específicas de la asignatura hace que la metodología didáctica esté orientada hacia el aprendizaje activo y centrado en el estudiante, en pos de contribuir al desarrollo de competencias mediante el aprendizaje basado en desafíos (problemas y proyectos).

Si bien existen clases expositivas, donde el titular de cátedra provee los lineamientos generales de la estrategia de modelización que se desarrolla durante la semana, los trabajos prácticos consisten en implementar un modelo sobre un sistema biológico en particular, donde el alumno de forma libre y en grupos, genera la estructura del mismo y su implementación en computadora. Además, existe la instancia de Trabajo Final, donde el alumno elige un modelo publicado en particular, lo presenta, reproduce, critica y, de forma creativa, propone un planteo alternativo.

En la metodología didáctica adoptada se hace especial hincapié en lo establecido en el Anexo 1 de la RESOL-2021-1555-APN-ME, que dice: “El Plan de Estudios debe incluir actividades de proyecto y diseño de ingeniería, contemplando una experiencia significativa en esos campos, que requiera la aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas, tecnologías básicas y aplicadas, economía y gerenciamiento, conocimientos relativos al impacto social, así como habilidades que estimulen la capacidad de análisis, de síntesis y el espíritu crítico del estudiante, que despierten su vocación creativa y entrenen para el trabajo en equipo y la valoración de alternativas”.

Las instancias de encuentro semanal entre los docentes y los alumnos se encuentran distribuidas de la siguiente forma:

- clases de teoría (2 horas semanales)
- clases de coloquio (1 hora semanal)
- clases de trabajos prácticos (3 horas semanales)
- clases de consulta (1 hora semanal)

Las clases de teoría son exposiciones introductorias a cada uno de los temas con ejemplos del ámbito biomédico, enfocados desde una perspectiva teórica, destacando los conceptos fundamentales, sus alcances y presentando brevemente sus raíces históricas.

Las clases de coloquio se orientan a un diálogo con los alumnos donde se evacúan sus dudas y refuerzan

los conceptos teórico-prácticos más importantes de cada tema. En caso de que los alumnos no participen de estas instancias de forma activa, la cátedra cuenta con un conjunto de preguntas orientadoras y disparadoras de discusión sobre el tema abordado en la semana. Esto tiene como objetivo trabajar sobre las dificultades e inquietudes conceptuales que se presenten. Este enfoque supone una participación muy activa del alumno en su propia formación.

Se prevé también dedicar un grupo de clases de coloquio para la búsqueda, estudio e implementación por parte de los alumnos, de trabajos científicos que desarrollen modelos concretos. Esto persigue el objetivo de que los alumnos entren en contacto con el lenguaje científico y puedan palpar de qué manera formula un modelo un científico del área de la bioingeniería. En la semana de trabajo sobre el Trabajo Final, se requerirá del alumno, trabajando en grupos de no más de cuatro personas, que implemente el modelo descrito en el trabajo científico elegido y sea capaz de presentarlo al resto de la clase y los docentes. Luego el propio grupo de alumnos formulan las críticas encontradas sobre el trabajo publicado. A partir de allí, de forma crítica los alumnos generan una implementación alternativa del modelo.

Las clases de trabajos prácticos consisten en la implementación en computadora de modelos de interés biomédico y de sus métodos de análisis, así como la resolución de ejercicios y ejemplos. Al principio de cada clase se explican las características del trabajo a realizar por los alumnos, asociado al tema desarrollado previamente en la clase teórica y de coloquio. Los prácticos son intensivos, por lo que los alumnos reciben orientación y apoyo durante la clase práctica, pero deben desarrollar también actividad en forma autónoma en el contexto de un equipo de 2 o 3 miembros. La incorporación paulatina de conceptos básicos a través de las sucesivas guías de trabajos prácticos permite lograr una visión integradora de todos los temas, es por esto que el alumno debe haber conseguido (en el marco de su grupo) implementar cada uno de los modelos estipulados en los trabajos prácticos, para poder regularizar la materia.

Los horarios de consulta permiten aclarar las dudas que no se hayan podido cubrir en el resto de las instancias. Eventualmente, estas clases pueden también brindar el medio para que los alumnos que lo deseen puedan profundizar en aquellos temas de su interés incluidos en la asignatura.

Se toman dos exámenes parciales teórico-conceptuales según se detalla en el apartado de evaluación. La discusión grupal de los trabajos científicos, cada guía de ejercicios, la resolución de problemas e implementación de modelos propios de los trabajos prácticos, son también instancias de consolidación de los conceptos trabajados con anterioridad.

Formación Práctica:

La mayor parte de la formación práctica de la materia se basa en resolución de problemas, debido a que se plantean situaciones reales e hipotéticas del ámbito biomédico/bioinformático cuya solución requiere la aplicación de los conocimientos incluidos en el programa de la asignatura. Por lo tanto, la clase práctica es un desafío a resolver en computadora, donde el alumno puede llegar a más de una solución correcta del problema.

La formación práctica en la asignatura comienza con una clase práctica de resolución de ejercicios en computadora orientado a la utilización de Métodos Numéricos, necesarios para la integración en computadora de las ecuaciones diferenciales con los que se encontrará el alumno en los modelos biológicos globales. Se refuerza los conocimientos acerca de Métodos Numéricos en la primer clase teórica y el primer coloquio, debido a que se observa un importante bache en la formación vinculado a la integración numérica de funciones matemáticas.

En el Trabajo Final el alumno debe implementar, al menos en parte, la resolución práctica a un problema del ámbito de la bioinformática/bioingeniería descrito en un trabajo científico con referato internacional, pero además, se le solicita que genere una solución alternativa al problema enunciado en este trabajo científico. Este problema abierto implica el desarrollo de un código (el modelo), generado con el lenguaje de programación que el alumno elija, que resuelva al menos parcialmente el problema planteado en el trabajo científico de una forma distinta, creativa.

Listado de Actividades de Formación Práctica:

GTP1: "Trabajo con Métodos Numéricos sobre la ecuación poblacional logística".

GTP2: "Modelos poblacionales: Dinámica del HIV".

GTP3: "Modelo compartimental de la regulación de la glucosa en sangre, mediada por insulina".

GTP4: "Modelización por analogías: simulación determinística del Potencial de Acción Nervioso siguiendo el Modelo de Hodgkin y Huxley"

GTP5: "Modelos de Epidemiología (SEIR): Dinámica de una epidemia"

GTP6: "Modelado de tejido excitable cardíaco por autómatas determinísticos"

GTP7: "Modelización mediante Agentes: fenómenos emergentes de Swarming y Fogging"

GTP8: "Modelización estocástica: el Modelo de Hodgkin y Huxley incluyendo la dinámica de los canales iónicos"

GTP9: "Detección de secuencias codificantes y no codificantes en ADN" mediante Modelos de Markov.

Situac. Prob.: "Generación del Trabajo Creativo basado en el Trabajo Científico elegido"

GTP10: “Caos en sistemas biológicos: Diagrama de bifurcaciones y coeficientes de Lyapunov en la ecuación logística. Las firmas del caos sobre la secuencia de salida de la ecuación logística”.

Intensidad de la formación práctica

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 27 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 0 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 3 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 30 horas

Metodología de Evaluación Durante el cursado:

El acceso a las condiciones de regularidad y de promoción se efectuará a través de tres instancias distintas de evaluación:

- a) Obtención de resultados correctos de los modelos estipulados en los trabajos prácticos.
- b) Exámenes parciales teórico-conceptuales.
- c) Presentación, implementación y crítica de un modelo basado en un trabajo científico (Trabajo Final)

Las presentaciones de los resultados de los modelos estipulados en los trabajos prácticos estarán destinadas a acreditar la comprensión de los aspectos conceptuales vinculados a las implementaciones previstas en cada guía de trabajos prácticos (GTP). Estas presentaciones se realizan de forma oral minutos antes de finalizar el horario previsto para las clases de trabajos prácticos, o bien, la semana anterior a la finalización del cursado (en función de las posibilidades del alumno y del equipo de cátedra). Se pretende que ésta sea una instancia de evaluación formativa, por ello:

- Se produce un intercambio oral con el grupo de trabajo en su conjunto, debiendo cada integrante ser capaz de responder a las preguntas generales requeridas y a las relacionadas con su participación en el trabajo realizado.

Este intercambio está dirigido a que el alumno se cuestione y sea capaz de obtener conclusiones acerca de la estrategia de modelización empleada, el fenómeno biológico en estudio y la implementación del código de máquina respectivo.

- El grupo de trabajo deberá contar con las guías resueltas en forma completa con sus respectivos códigos comentados y funcionando correctamente.

Los exámenes parciales teórico-conceptuales se administran una vez finalizados cada uno de los dos grandes bloques temáticos incluidos en la asignatura. Esta instancia permite comprobar que el alumno comprende y es capaz de relacionar e integrar los conceptos teóricos discutidos, como así también de resolver problemas relacionados con los mismos.

Todos estos exámenes cuentan con al menos una pregunta abierta, desde el punto de vista que puede ser resuelta con cualquiera de las estrategias presentadas en el cursado y no posee una única forma de resolución. Alrededor de esta pregunta se estructura la mayor parte del examen.

El examen se considerará aprobado cuando se hayan contestado satisfactoriamente el 60% de las preguntas formuladas, de otra forma, el alumno tendrá la posibilidad de recuperar como máximo uno de los dos exámenes parciales.

El Trabajo Final: este trabajo deberá ser acompañado por una búsqueda bibliográfica de antecedentes relacionados al trabajo científico seleccionado por el grupo de hasta cuatro alumnos y de su implementación en computadora.

La aprobación definitiva requerirá de una presentación oral de 20 minutos y una defensa de 5 minutos.

La temática y el alcance del trabajo científico motivador deben ser acordados con un miembro de la cátedra (tutor del Trabajo Final). Para facilitar el seguimiento y aprovechamiento de esta instancia se deberán cumplimentar al menos 3 encuentros con el personal de la cátedra y la calificación se definirá en la presentación final a través de una rúbrica. Esta la herramienta pedagógica apunta a proveer al alumno de otra instancia de evaluación formativa.

Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:

Evaluación del Alumno libre:

Todo aquel alumno que cuente con las materias correlativas aprobadas, podrá rendir de forma libre la asignatura. Para ello, se solicita que en lo posible el alumno comunique a la cátedra con 15 días de anticipación su intención de rendir con esta modalidad, dado que estos exámenes cuentan con una parte práctica (a resolver en computadora) y una teórica, expositiva, frente a los docentes.

De esta forma, para aprobar la práctica de la materia, la cátedra prepara un examen que debe ser implementado en computadora y defendido ante la mesa examinadora en el correspondiente turno de examen. Si el alumno aprueba esta evaluación práctica entonces el mismo día puede pasar a la evaluación teórica, donde será examinado de la misma forma que un alumno regular.

Evaluación del alumno regular:

Los exámenes finales serán preferentemente tomados de forma oral con apoyatura de pizarrón, aunque si el número de alumnos inscriptos en un llamado en particular supera los 16, el examen se efectuará de forma escrita, pero siguiendo los mismos lineamientos que el examen oral.

En el examen final se evaluarán los conceptos teóricos vinculados a los conceptos desarrollados durante el cursado, para los alumnos regulares, y todos aquellos que figuran en el programa analítico, para el caso de los alumnos libres.

Se efectuarán un mínimo de dos preguntas conceptuales (una vinculada a cada eje temático) que el alumno deberá explicar y desarrollar en pizarrón.

La calificación se obtendrá como el promedio de las calificaciones de las respuestas a cada una de las preguntas formuladas al alumno.

Condiciones de Regularidad :

Alumno regular:

Para acceder a la condición de regularidad, el alumno deberá cumplir la totalidad de los siguientes requisitos:

- Asistir a al menos el 75 % de las clases teóricas y coloquios.
- Demostrar que ha llevado a cabo de forma correcta los trabajos prácticos que se encuentran en las Guías de Trabajos Prácticos de cada uno de los temas previstos en el cursado. Este requisito puede ser cumplido al final del horario semanal de clases de trabajos prácticos, o en las instancias que el grupo al que pertenece el alumno coordine con el Jefe de Trabajos Prácticos. El grupo de trabajo puede proponer al docente volver a presentar la GTP en una instancia a coordinar con el JTP, con el objeto de corregir los errores que se hubiesen identificado. En caso de que en ninguna de las dos instancias acordadas con el docente el alumno consiga presentar correctamente la GTP, no podrá acceder a la condición de regular.
- Obtener un mínimo de 50/100 puntos en cada una de las evaluaciones parciales teórico-conceptuales y promediar 60 puntos entre los dos exámenes. En caso de no haberlo logrado, el alumno tendrá derecho a recuperar los dos exámenes teórico-conceptuales al final del cursado.
- Aprobar la implementación y presentación del trabajo final, que también posee instancia de recuperación en fecha a coordinar entre el grupo y el equipo docente.

La asistencia a las clases de práctica no será requisito para acceder a la regularidad. La cátedra podrá llevar un control de la misma con fines de seguimiento interno y estadísticas.

Alumno promovido:

Logrará la condición de alumno promovido aquel que haya alcanzado los requisitos exigidos para la regularidad y que además haya cumplido con las siguientes condiciones:

- Haya obtenido un promedio de 80/100 puntos en los exámenes parciales teórico prácticos, con un mínimo de 60/100 puntos en cada uno de ellos.
- La implementación y presentación del trabajo final pueda ser calificada con nota igual o superior a Muy Bueno (ocho).

Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 02 de Mayo de 2024

Segundo Examen Parcial: 13 de Junio de 2024

Recuperatorio 01: 13 de Junio de 2024

Recuperatorio 02: 27 de Junio de 2024

Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:

Bibliografía Principal:

No existe un único libro que cubra por completo los contenidos presentados y es por ello que se debe recurrir a varios títulos que cubren aspectos parciales, desde distintas ópticas y con aplicaciones diferentes. Esto debe completarse con aplicaciones y ejemplos tomados de artículos de revistas especializadas ya sea del tipo tutorial o de investigación. Como se apuntó anteriormente, buena parte de la bibliografía está disponible en inglés, por lo cual es necesario que los alumnos posean una capacidad suficiente para la lectura y comprensión de textos en este idioma.

A continuación se presenta la lista de libros (todos disponibles en Biblioteca o en el Laboratorio de Cibernética):

- "Modeling Biological Systems. Principles and applications", J. Haefner, Springer, 2005.
- "Introduction to Modeling for Biosciences". David J. Barnes; Dominique Chu. Springer-Verlag London Limited 2010.
- "Modeling and simulation in medicine and the life sciences". 2nd.ed. HOPPENSTEADT, F.; PESKIN, C. Springer-Verlag., 2001.
- "Modeling dynamic biological systems". HANNON, B. Springer-Verlag, 1997.
- "Investigating biological systems using modeling: strategies and software". WASTNEY, M.; PATTERSON, B.; LINARES, O.; GREIF, P.; BOSTON, R. Academic Press, 1999.
- "Computer modeling and simulations of complex biological systems". IYENGAR, S. CRC Press, 1998.
- "Mathematical modeling". 2nd. Ed. MEERSCHAERT, M. Academic Press, 1999.
- "Modeling dynamic phenomena in molecular and cellular biology". SEGEL, L. Cambridge University Press, 1984.
- "Mathematics for dynamic modeling". BELTRAMI, E. Academic Press, 1987.
- "Foundations of mathematical biology". Vols. I y II. ROSEN, R. Academic Press, 1972.
- "Mathematical biology". 2nd. ed., corr. MURRAY, J. Springer-Verlag, 1993.
- "Mathematical biology I: an introduction". 3rd Ed. MURRAY, J. Springer-Verlag, 2001.
- "Modelling and control in biomedical systems: selected papers". COBELLI, C; MARIANI, L. Pergamon. 1989.
- "The mathematical modeling of metabolic and endocrine systems: model formulation, identification, and validation". COBELLI, C.; CARSON, E.; FINKELSTEIN, L. John Wiley & Sons, 1983.
- "The mathematics of diffusion". 2nd Ed. CRANK, J. Oxford University Press, 1993.
- "Mathematical methods in medicine: Part I: statistical and analytical techniques". INGRAM, D.; BLOCH, R. John Wiley & Sons, 1986.
- "Mathematical methods in medicine: Part II: applications in clinical specialities". INGRAM, D.; BLOCH, R. John Wiley & Sons, 1986.
- "Understanding nervous system: an engineering perspective". DEUTSCH, S.; DEUTSCH, A. IEEE Press,

1993.

- "Cellular automata machines: a new environment for modelling". TOFFOLI, T; MARGOLUS, N. MIT Press, 1987.
- "An Introduction to MultiAgent Systems". Michael Wooldridge, John Wiley and Sons LTD, 2002.
- "Mathematical modelling and computer simulation of biomechanical systems". ZINKOVSKY, A.; SHOLUHA, V.; IVANOV, A. World Scientific, 1996.
- "Mathematical physiology". KEENER, J.; SNEYD, J. Springer-Verlag, 1998.
- "Modeling with differential equations". BORRIE, M.; BURGHEES, D. Ellis-Horwood, 1982.
- "An introduction to mathematical modeling". BENDER, E. John Wiley & Sons, 1978.
- "Matemáticas para biólogos". HADELER, K. Reverté, 1982.

Bibliografía Complementaria:

Los siguientes títulos pueden servir de apoyo complementario a los temas dictados:

- "Dynamics of physical systems". CANNON, R. McGraw-Hill, 1967.

Repaso de señales y sistemas:

- "Introducción a las señales y los sistemas discretos", MILONE, RUFINER, ACEVEDO, DI PERSIA, TORRES, Eduner, 2006.
- "Señales y sistemas". 2ª Ed. en Español. OPPENHEIM, A.; WILLSKY, A.; NAWAB, S.; MATA HERNÁNDEZ, G.; SUÁREZ FERNÁNDEZ, A. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1998.
- "The Fast Fourier Transform and its applications". BRIGHAM, E. Prentice Hall, 1988.
- "Métodos Numéricos y Programación Fortran", McCracken-Dorn, Ed. Limusa, 1984.
- "Cálculo Numérico: Métodos y Aplicaciones", Carnahan- Luther-Wilkes, Ed. Rueda, 1979.
- "Fisiología", Berne-Levy, Editorial Médica Panamericana S.A., 1983.
- "Fisiología", Ewald E. Selkurt, Editorial "El Ateneo", 1985.
- "Fundamentos de biología celular y molecular", De Robertis, Editorial "El Ateneo", 2004.

Equipo de Cátedra:

Profesor Responsable a cargo: Profesor Titular dedicación parcial: Mg. Bioing. Carlos Marcelo Pais

JTP dedicación parcial : Bioing. Emanuel Juarez

Actividades de Investigación Gestión y Extensión:

El dictado de la asignatura obliga al grupo docente a una continua actualización bibliográfica y metodológica debido a las características especiales de los temas tratados, su actualidad y novedad.

Los integrantes de la asignatura integran/dirigen proyectos de investigación relacionados con la materia, lo que favorece la realimentación de las experiencias recogidas hacia los alumnos y facilita el intercambio de ideas y la producción de material teórico/práctico para el cursado.

Los proyectos de investigación vigentes con participación de integrantes de la asignatura son los siguientes:

• COFECYT DETEM 2016-Vectores: Estimación de las políticas socio sanitarias óptimas de prevención de Dengue, Chikungunya y Zika para la ciudad de Paraná mediante técnicas innovadoras de modelado computacional. Disposición de elegibilidad DI-2017-87-APN-COFECYT MinCyT, Expediente 1528/16. Director de Unidad Ejecutora: Mg. Bioing. Carlos Pais

• PID Novel UNER "Modelado y simulación de sistemas adaptativos complejos biológicos aplicado a la ingeniería de tejidos" dirigido por Bioing. José Oscar Angelini. Integrante docente externo: Bioing. Tomás Molas Ginenez, colaborador Mg. Bioing. Carlos Pais

• Tesis Doctoral de Carlos Pais: "Modelado epidemiológico basado en agentes para la toma de decisiones sanitarias.", para la mención Bioingeniería del DI-UNER, aprobado el 2/12/2021 por el Comité Académico del Doctorado en Ingeniería de la UNER.

Requisitos de admisión para alumnos oyentes:

Los alumnos oyentes pueden concurrir a todas las clases de la asignatura. En algunas de las actividades se da prioridad a los alumnos regularmente anotados a la materia, especialmente en aquellas en que los recursos de la cátedra estén limitados. Por ejemplo, los alumnos oyentes podrán rendir parciales y ser evaluados en los trabajos prácticos, pero esta evaluación no tendrá ninguna validez a los fines de la aprobación de la materia. Estos alumnos deberán ajustarse a los tiempos y disponibilidades de los docentes.

Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:**EQUIPAMIENTO**

Proyector de cañón con entrada SVGA: Durante todo el cursado

Proyector de transparencias: No resulta imprescindible

Laboratorio: Computadoras tipo PC (al menos 1 cada 2 alumnos) c/ posibilidad de lectura/almacenamiento de datos para transporte (preferentemente Pendrive). Sistema operativo Linux o Windows (con los controladores correspondientes): Durante todo el cursado

Octave/Scilab o Matlab: Durante todo el cursado

Conexión a Internet: Durante todo el cursado

Periféricos para el registro y reproducción de audio (micrófono y parlantes): Durante todo el cursado

INSUMOS PARA LABORATORIOS

CDs/DVDs para datos y backup Durante todo el cursado

Marcadores de color de borrado en seco Durante todo el cursado

OTROS

Pizarra blanca Durante todo el cursado

Biblioteca y hemeroteca Durante todo el cursado

Espacio físico para tareas de Cátedra (aprox. 10 m²) con: 1 computadora PC Pentium IV o superior, 1 impresora láser, 2 escritorios, 1 armario, 1 archivero, 5 sillas, 1 pizarra, Consumibles varios: hojas, fibras, fotocopias, etc. Durante todo el cursado

Para que la cátedra pueda seguir llevando a cabo sus labores en docencia, extensión, investigación y gestión se cuenta con un lugar físico en el edificio donde se encuentra alojado el Cluster de computadoras de la FI UNER. Allí se ubican las computadoras de la cátedra y los proyectos de investigación/extensión/vinculación; acceso a Internet; a trabajos científicos, principalmente IEEE y Elsevier. Se cuenta con acceso al Cluster de computadoras de la Facultad. El Cluster de computadoras es una herramienta considerada indispensable tanto para las labores de investigación y docencia como extensión debido a que en la actualidad no se concibe un modelo computacional, que posea la complejidad necesaria para simular un fenómeno real, sin que el mismo pueda ser ejecutado con herramientas de cálculo paralelo. También se cuenta con espacios en la oficina 1, 2 y 3 en el Anexo I de la Facultad de Ingeniería, lugar compartido con otras cátedras y proyectos de investigación.

Otros: