

FISIOLOGÍA CUANTITATIVA

1. Nombre del curso: **Fisiología Cualitativa**

2. **Créditos: 10**

3. **Objetivo de la unidad Curricular**

Esta materia, estratégicamente ubicada en la currícula, intenta despertar a los alumnos avanzados que transitamos hacia modelos educativos con múltiples oportunidades de formarse a lo largo y ancho de la vida, en el cual las personas deben tener un base de conocimientos y competencias sólidas que les permitan adaptarse a entornos laborales inciertos y cambiantes, y las habiliten a formarse múltiples veces. Una propuesta educativa transversa, sustentada en competencias, es un camino inexorable frente a la fragmentación en niveles que tiene el problema histórico de dejar a muchos estudiantes por el camino. Por otra parte, el sistema educativo actual fragmentado no forma suficientemente en flexibilidad cognitiva –repertorio de estrategias requeridas para abordar condiciones inesperadas y nuevas– y en capacidad de adaptación a un contexto que crecientemente demanda polivalencia, interdisciplinariedad, empatía y adaptabilidad.

Objetivos Generales

La comprensión, análisis y modelización de sistemas abarcan varias ramas de las ciencias exactas y biológicas. Su metodología de análisis comprende diversas técnicas aplicables a distintos tipos de sistemas y es necesario el conocimiento de tales técnicas para su abordaje y resolución. Por otro lado, esta es una de las primeras asignaturas en las cuales el alumno comienza a integrar las materias básicas con razonamiento estructurado y de fundamental importancia en materias superiores. Se motiva al alumno a adquirir un conocimiento en modelización de sistemas biológicos que se extiende inmediatamente a la modelización de sistemas más complejos y al control de los mismos. En virtud de ello, al final de la asignatura el alumno debe alcanzar los siguientes objetivos:

- Identificar distintos tipos de señales fisiológicas, así también como la forma de abordaje para cada una de ellas.
- Modelar distintos tipos de sistemas fisiológicos y encontrar su respuesta por diferentes técnicas temporales.
- Identificar respuestas en sistemas fisiológicos.
- Desarrollar una señal periódica como sumatoria de funciones mutuamente ortogonales.
- Representar señales fisiológicas en el dominio de la frecuencia continua y discreta.
- Caracterizar y representar sistemas fisiológicos en el dominio de la frecuencia compleja continua.

Objetivo Específico

Objetivo: Desarrollar los fundamentos de la fisiología del sistema cardiovascular mediante la utilización de matemáticas, principios físicos y técnicas de la ingeniería para el entendimiento de la fisiología humana. Este curso intenta otorgar las bases necesarias para comprender la estructura y funcionamiento de los transductores e instrumentación asociada como así también los conceptos utilizados en la investigación básica cardiovascular

Al final del curso, el alumno deberá haber alcanzado:

- Una formación metodológica y adecuada para el trabajo en Ingeniería aplicado a la Fisiología y la Biología.
- Amplio manejo en fisiología y su aplicación a la modelización.
- Un sólido conocimiento en los procedimientos fisiológicos y la modelización de sistemas biológicos en tiempo continuo y discreto.

4. Metodología de enseñanza

El gran desafío es armar materias híbridas con gran componente BIO en el seno de una comunidad de ingenieros, lo cual generalmente es el desafío más disruptivo que enfrentan estas carreras híbridas. La disyuntiva es si seguimos el paradigma perimido de formar ingenieros que sepan algo fisiología o el paradigma actual de egresados híbridos que habiten en esa interface donde los biólogos piensan como ingenieros y los ingenieros como biológicos. Esta materia incluye toma de datos en pacientes, uso de tecnología de última generación y sobre todo la inmersión clínica de los alumnos interactuando con médicos y biólogos en una formación orientada a la innovación y al desarrollo tecnológico. Estamos siguiendo con el rigor de un teorema matemático el apunte de Quantitative Physiology del MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, Department of Electrical Engineering, Department of Mechanical Engineering, Division of Biological Engineering, and the Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology y el apunte del curso Physiological Modeling de John Enderle como naves insignias y los sistemas se realizan enteramente en simulink a través de la interrelación con la Materia Modelos y Simulación.

Hemos organizado un grupo de inmersión clínica de los alumnos que cursen dicha materia lo que se llama un Engineering Grand Rounds como lo establece el nuevo paradigma donde los alumnos participan en casos clínicos discutiendo con el medico diagnóstico y tratamiento (ver paper adjunto Cardiovascular Engineering and Technology, Vol. 7, No. 1, March 2016 (2016) pp. 1–6 DOI: 10.1007/s13239-016-0257-y). En nuestras rounds se propone un caso observado por médicos en el Hospital de Clínicas y se analiza con técnicas de Fisiología cuantitativa tratando de llegar a un diagnóstico o procedimiento que ayude al medico a identificar la enfermedad, se identifica cual es el mejor equipo para medirlo y tratarla como efectivamente como se ve en los casos clínicos. La materia está pensada para ser articulada con Órganos Artificiales y Prótesis y Modelos y Simulación.

Las organizaciones copartícipes en las materias son el hospital de clínicas, el hospital militar, clínicas privadas, el instituto de donaciones y trasplantes y empresas privadas de equipamiento biomédico. Se están haciendo prácticas en evaluación de pacientes cardiovasculares, renales, cirróticos, diabéticos, intervenidos, implantados, etc.

La asignatura se ajusta a un cronograma cuatrimestral. Las clases están divididas en teorías (4 horas semanales) durante 16 semanas. La organización del curso está estructurada en unidades temáticas consistentes en fundamentos teóricos, aplicaciones y ejercitación de cada una de ellas.

Tipo de curso: Teóricos- Prácticos – Discusiones

Formato del curso. Modalidades de enseñanza: El curso tiene una duración de un cuatrimestre y concluye con una semana de repaso y un examen final integrador.

5. Temario

UNIDAD 1: Fisiología cardíaca básica. Breve reseña de los diagramas presión volumen del ventrículo izquierdo. El diagrama de Otto Frank. Las curvas de Starling. Las curvas función ventricular de Sarnoff. Relación presión-volumen de fin de sístole. Los modelos de Suga. Elzinga-Westerhoff y otros. Eyección sistólica consideraciones energéticas.

UNIDAD 2: Fisiología cardíaca avanzada. Influencia de la precarga y poscarga sobre la relación presión-volumen de fin de sístole. Efectos de la precarga. Efectos de la poscarga. Efectos del estado inotrópico. Evaluación en perros conscientes. Eyección sistólica-consideraciones energéticas. Trabajo ventricular izquierdo. Breve reseña de los diagramas presión volumen del ventrículo izquierdo. Trabajo sistólico. Trabajo sistólico reclutable por poscarga.

UNIDAD 3: Biodinámica Cardíaca. Introducción. Mecánica de Fluidos en el corazón. Modelos dinámicos de la eyección cardíaca y del funcionamiento de válvulas

UNIDAD 4: Fisiología arterial. Fisiología y Reología de Arterias: Organización estructural y anatómica. Propiedades elásticas de los constituyentes de la pared arterial. Propiedades viscoelásticas de los vasos sanguíneos. Caracterización viscoelástica de la pared en el animal consciente. Comportamiento de las propiedades mecánicas de la pared en estadios fisiopatológicos. Estructura de una exploración funcional arterial. Determinaciones no-invasivas.

UNIDAD 5: Hemodinámica arterial. Consideraciones teóricas sobre la hemodinámica sanguínea. Teoría y Modelos de arterias: Desarrollo matemático. Teorías lineales y no lineales. Analogía eléctrica. Características de la transmisión del pulso: Formas de ondas de presión y flujo en los vasos sanguíneos. Impedancia del sistema arterial. Propagación y reflexión de la onda del pulso en estadios normales y en arterias ateromatosas.

UNIDAD 6: Un enfoque globalizador de la interacción cardíaca-vascular: El acoplamiento ventrículo aórtico. Marcos de referencia. Distintos enfoques.

UNIDAD 7: Fisiología de la sangre. Composición de la sangre. Viscosimetría. Comportamientos lineales, no lineales y bifásicos. Influencia del hematocrito. Abordaje clínico.

UNIDAD 8: Fisiología respiratoria: Estructura anatómica y funcional del aparato respiratorio. Volúmenes y capacidades pulmonares. Ventilación pulmonar y alveolar. Espacio muerto funcional y anatómico. Músculos respiratorios. Resistencia elástica de los pulmones y el tórax. Tensión superficial

UNIDAD 9: Fisiología renal: Compartimentos líquidos del cuerpo: líquidos extracelular e intracelular. Circulación renal, cortical y medular. Flujo sanguíneo renal. Mecanismos de regulación. Filtrado glomerular. Mecanismos de regulación. Mácula densa y sistema renina-angiotensina. Mecanismos de concentración y dilución urinaria. Control de los líquidos corporales. Mecanismo de contracorriente. Sistema de retroalimentación osmoreceptor-hormona antidiurética. Concepto de clearance.

UNIDAD 10: Neuro fisiología: Bioelectricidad de las neuronas. Generación del Potencial de membrana en reposo. Canales pasivos y activos. Transmisión de la información nerviosa. Potenciales de acción. Sentidos I: Visión. Sentidos II: Audición; gusto y olfato.

6. Bibliografía

Tema	Básica	Complementaria
Unidad 1, 2, 3, 4, 5, 6,7	1,2,4	3,7,8,9,10,11,12
Unidad 8	1,8	4,9,10,11,12
Unidad 9	1,4,8	9,10,11,12
Unidad 10	1,8	4,9,10,11,12

1. Bronzino JD. The Biomedical Engineering Handbook. Second Edition, CRC Press, Printed in the USA; 2000.
2. Berne RM, Levy, MN. Fisiología. Harcourt-Brace, Madrid, España, 3ª edición, 2001.
3. Best y Taylor. Bases Fisiológicas de la Práctica Médica, Panamericana, 12ª edición, 1993.
4. Cingolani HE, Houssay A B. Fisiología Humana. El Ateneo, Buenos Aires, 7ª edición, 2000.
5. Ganong, W F. Fisiología Médica. Ed. Manual Moderno. México, 17ª edición, 2000.
6. Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. Interamericana-McGraw-Hill. New York, 10ª edición, 2001.
7. Guyton A, Hall J. Fisiología y Fisiopatología. Interamericana-McGraw-Hill. México, 6ª edición, 1998.
8. Gerard J. Tortora, Bryan Derrickson. Fisiología y Anatomía. Panamericana. 13ª edición, 2013

Recursos didácticos a utilizar como apoyo a la enseñanza.

Contenido alojado en el EVA de la asignatura:

- Presentaciones en Powerpoint
- Clases integradoras en video
- Material de soporte: Apuntes, trabajos científicos y sitios web con ejemplos
- Guías de ejercitación

7. Conocimientos previos exigidos y recomendados

7.1. Conocimientos previos exigidos: biología, química, física, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, métodos numéricos, señales y sistemas, programación, contenidos integrados de fisiología y equipamiento médicos.

7.2. Conocimientos previos Recomendados: fisiopatología, análisis complejo.

ANEXO A

A1) INSTITUTO

Departamento de Ingeniería Biológica. CENUR Litoral Norte

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana 1	Fisiología cardíaca básica.
Semana 2	Abordaje cuantitativo de la circulación.
Semana 3	Fisiología cardíaca avanzada. Influencia de la precarga y poscarga sobre la relación presión-volumen de fin de sístole
Semana 4	Un enfoque globalizador de la interacción cardíaca-vascular: El acoplamiento ventrículo aórtico
Semana 5	Regulación del volumen minuto y del retorno venoso
Semana 6	Modelización de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Baroreflejos
Semana 7	Fisiología arterial. Fisiología y Reología de Arterias: Organización estructural y anatómica
Semana 8	Comportamiento de las propiedades mecánicas de la pared en estadios fisiopatológicos
Semana 9	Hemodinámica arterial. Consideraciones cuantitativas sobre la hemodinámica sanguínea
Semana 10	Formas de ondas de presión y flujo en los vasos sanguíneos. Impedancia del sistema arterial
Semana 11	Propagación y reflexión de la onda del pulso en estadios normales y en arterias ateromatosas
Semana 12	Fisiología de la sangre. Composición de la sangre. Viscosimetría. Comportamientos lineales, no lineales y bifásicos
Semana 13	Fisiología respiratoria: Estructura anatómica y funcional del aparato respiratorio. Volúmenes y capacidades pulmonares. Ventilación pulmonar y alveolar. Espacio muerto
Semana 14	Fisiología renal. Circulación renal, cortical y medular. Abordaje Cuantitativo
Semana 15	Neuro fisiología: Bioelectricidad de las neuronas. Generación del Potencial de membrana en reposo. Canales pasivos y activos. Transmisión de la información nerviosa. Potenciales de acción

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Se obtiene la ganancia del curso mediante el 75% de asistencia, aprobación de los TP obteniendo un promedio de 70%, y con la aprobación con un 75% de cada uno de los Informes asociados a las clases teóricas. . Además de las modalidades antes mencionadas, también habrá una evaluación permanente en cada clase por parte de los docentes mediante el instrumento de desafíos individuales donde el alumno debe resolver problemas abiertos encontrados en la practica ingeniería aplicada a la fisiología.

A4) CALIDAD DE LIBRE

No se aceptan estudiantes en calidad de libre.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

No presenta cupos la unidad curricular (ni máximos ni mínimos)

ANEXO B: para la carrera de Licenciatura en Ingeniería Biológica

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

- Ingeniería Biológica

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

- Aprobación del examen Bases moleculares
- Aprobación del examen Programación
- Aprobación del examen Métodos Numéricos
- Aprobación del examen Ecuaciones Diferenciales

Examen:

- Aprobación del curso de Procesamiento Digital de Señales
- Aprobación del examen Señales y Sistemas