

Planificación de la Asignatura: Equipamiento para Diagnóstico por Imágenes

Fecha: 23/10/2024 13:02

Código: B0843

Carrera: Bioingeniería

Departamento Académico: Bioingeniería

Docente a cargo:

Correo del docente a cargo: edgardo.bonfils@uner.edu.ar

Régimen de Dictado: Cuatrimestral doble oferta

Carga Horaria Semanal: 6 horas semanales

Carga Horaria Total: 84 horas

Contenidos Mínimos:

Introducción a las imágenes. Sistemas de videos. Obtención de imágenes por Rayos X: Sistemas convencionales, Angiografía, Tomografía Axial Computada. Obtención de imágenes por RMN.

Competencias Genéricas:

- CT 1. 1. Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería. Nivel 3
- CT 4. 4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería. Nivel 2
- CS 1. 1. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. Nivel 2
- CS 2. 2. Fundamentos para una comunicación efectiva. Nivel 2
- CS 3. 3. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable. Nivel 2
- CS 5. 5. Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo. Nivel 2

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 1
- CE 1.2. Procesar señales e imágenes biológicas. Nivel 2
- CE 2.1. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado. Nivel 3
- CE 3.2. Asesorar en todos los procesos de elaboración de programas de compra, redactar normas y pliegos de adquisición, verificar los bienes y/o insumos adquiridos de equipos, sistemas y partes de sistemas de tecnología biomédica, sus complementos y accesorios, instalaciones y dispositivos afines necesarios a sus propósitos. Nivel 3
- CE 5.1. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente. Nivel 1

Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:

Durante el transcurso de la asignatura, los estudiantes desarrollan capacidades para identificar problemas en las diferentes modalidades de imágenes (principalmente a partir de artefactos en las imágenes).

Asimismo, adquieren herramientas para la calibración y testeo del equipamiento. Estas aptitudes aportan a las competencias técnicas genéricas CT 1 y 4. En cuanto a las competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales, se promueve constantemente el trabajo en equipo para que los alumnos intercambien sus puntos de vista y aporten como grupo soluciones a los problemas y prácticos de laboratorio propuestos, así como también el desarrollo y presentación de los Proyectos entregables.

En el tratamiento de las diferentes modalidades de imágenes se hace referencia al layout de las salas donde se instalan los equipos con sus requerimientos y singularidades y los equipos se analizan en bloques constructivos, aportando estas actividades a las competencias específicas CE1.1, CE 2.1 y CE 5.1. La finalidad de las diferentes modalidades es la obtención de imágenes de calidad diagnóstica, para lo cual es

necesario su realce y restauración, segmentación y clasificación mediante técnicas de procesamiento. Estas actividades otorgan al alumno la competencia específica CE 1.2. Un tema transversal a varias modalidades de imágenes es el análisis de pliegos de Licitación, otorgando la competencia CE 3.2.

Correlativas Regulares para cursar:

Electrónica Programable

Señales y Sistemas

Electrónica No Lineal

Radiodiagnostico y Radioterapia

Correlativas Aprobadas para cursar:

No posee

Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:

Segundo año completo

Electrónica No Lineal

Radiodiagnostico y Radioterapia

Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:

Podemos diferenciar las siguientes áreas de acción para el Bioingeniero de la UNER definidas en el perfil de la carrera:

- Área del diagnóstico médico:

a) diagnóstico por medio de señales unidimensionales. (Ej.: Electrocardiograma) b) diagnóstico por imágenes (RX, TAC, etc.)

- Área tratamiento, terapéutica y reemplazo.

- Área de sistemas hospitalarios.

- Área de biomecánica y materiales de uso médico.

Según esta clasificación, y teniendo en cuenta que gran parte del diagnóstico moderno se basa en imágenes, esta materia es una parte importante de las diferentes actividades que desarrollará el Bioingeniero. Y para que cumpla con el cometido su currícula debe incluir:

a) La formación de las imágenes su análisis matemático y los nuevos métodos de procesamiento

b) Las distintas técnicas para la obtención de las imágenes

Según lo establecido por la Res ME 1254/ 18 anexos y modificatoria Res ME 1555/21 donde se determina las actividades reservadas para el título de Bioingeniero y las competencias específicas definidas por el CONFEDI en el Libro Rojo. Equipamiento para el Diagnóstico por Imágenes aporta a la formación del alumno en las competencias específicas CE1.1 , CE1.2 , CE3.2 , CE5.1

Para el plan de estudios 2008, Equipamiento para el Diagnóstico por Imágenes incluye las técnicas de obtención de imágenes por medio de rayos X y por Resonancia Magnética Nuclear. Entendiéndose que en materias anteriores se dieron los fundamentos necesarios para comprender las imágenes.

Para la tecnología actual del diagnóstico por imágenes hay temas que, por razones de plan de estudio, quedaron establecidos como optativos. Es el caso particular de Imágenes por Ultrasonido y Procesamiento Digital de Imágenes. Creemos que son fundamentales para la formación del bioingeniero y por lo tanto los hemos incluido en EDPI.

Para el desarrollo de las actividades de los alumnos en la materia se necesita fundamentos sólidos de matemática bidimensional obtenidos en Señales y Sistemas y conocimientos de electrónica tanto analógica como digital.

Objetivo General:

- Que el estudiante tome conocimiento sobre los principios para obtener imágenes, y los métodos que actualmente se utilizan
- Que el estudiante sea capaz de reconocer las partes fundamentales y comprender el funcionamiento del equipamiento de diagnóstico por imágenes
- Que el estudiante tome conocimiento de los criterios de calidad en imágenes médicas

Para :

- Diseñar, calcular y proyectar instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica. CE1.1
- Procesar imágenes biológicas. CE1.2
- Proyectar , dirigir y controlar su operación y mantenimiento CE2.1
- Asesorar en los procesos de elaboración de programas de compra CE 3.2
- Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado del equipamiento para el diagnóstico por imágenes . CE5.1

Objetivos Particulares:

Que el estudiante:

- * Se familiarice con los sistemas de obtención de imágenes electrónicas actuales para poder realizar control , mantenimiento y calibración de los sistemas de imágenes.
- * Comprenda los conceptos de formación de imágenes en las diferentes modalidades actuales (RX, TAC, RMN y US) para adquirir las competencias indicadas anteriormente
- * Desarrolle capacidad de trabajo en equipo para aplicarla en la actividad laboral y mejora de la comunicación (CS1 y CS2)
- * Desarrolle capacidades para identificar los problemas en las diferentes modalidades (CT1)
- * Tome conocimiento de las herramientas utilizadas para la calibración y testeo de este tipo de equipamiento (CT4)

Programa Analítico:

a) Principios de la formación de las imágenes

Tema 1: Generalidades

Generalidades. Obtención de la imagen. Representación matemática. Propiedades físicas: brillo, contraste, resolución, color. Las imágenes como señales bidimensionales: Frecuencia espacial, Aplicación de la transformada bidimensional de Fourier y convolución. Calidad de una imagen: MTF- Imagen discreta. Procesamiento digital: Reconstrucción y representación. Procesos puntuales y espaciales. Histograma de la imagen. Filtros espaciales

Tema 2: Imágenes electrónicas

Obtención, presentación y procesamiento electrónico: Cadena de TV. Detectores de vídeo compuesta. Video digital. Resolución, ancho de banda. Color. Normas para la transmisión de imágenes médicas (DICOM) Sistemas de visualización e inscripción.

b) EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES

Tema 3: Principios de la adquisición de imágenes por RAYOS X

Generación de los rayos X: Ley de Child Langmuir y Richardson Dushman. Tubos de ánodo fijo y ánodo giratorio. Foco. Curvas características del tubo. Interacción con el escenario – detectores de RX. Densidad radiográfica. Intensificador de imágenes .Calidad de la imagen. MTF del sistema.

Tema 4: Equipos generadores de RAYOS X monodisparo

Equipos. Diagrama en bloques de un generador de RX monodisparo. Rectificación polifásica. Diferentes mecanismos. Mamógrafo. Seriógrafo. Filtros, colimadores y Grillas. Placas radiográficas – Radiografía Digital. Utilización clínica.

Tema 5: Equipos generadores de RAYOS X continuo y pulsado

Modo continuo (Fluoroscopia). Arco en C. Intensificador y circuito de TV. Características. Modo pulsado. Diagrama en bloques. Cine angiografía. Angiografía Digital. Diagrama en bloques del sistema. Sustracción de imágenes. Algoritmos más usados. Técnicas y aplicaciones. Utilización clínica.

Tema 6: Tomografía axial computada: principios básicos

Fundamentos matemáticos de la obtención de un tomograma. Métodos iterativos, Back Convolution y transformada de Fourier. Descripción de un T.A.C. de haces paralelo.

Tema 7: Tomografía axial computada: sistemas actuales

Generaciones de tomógrafos. Partes fundamentales. Gantry: generadores de RX para TAC. Detectores. Amplificadores. Calibración. Tecnología de anillos deslizantes. Tomografía Helicoidal y MultiSlice Ventajas y desventajas frente a tomografía axial. Utilización clínica.

Tema 8: Resonancia Magnética Nuclear: principios físicos

Resonancia Magnética Nuclear: Principios físicos de la resonancia. Ecuación de Larmour. Resonancia. Impulso de RF. Obtención del DIL. Espectrografía por RMN. Tiempos de relajación. Características de los parámetros para diferentes sustancias.

Tema 9: Resonancia Magnética Nuclear: Obtención de las imágenes

Selección espacial. Gradientes. Secuencias para la obtención de T1, T2 y densidad Protónica.

Tema 10: Resonancia Magnética Nuclear: Equipamiento

Resonadores abiertos y cerrados. Campo magnético principal, diferentes tipos de imanes. Gradientes Pulsos de RF. Diagrama en bloques .Técnicas para mantener el superconductor. Utilización clínica.

Tema 11: Principios de formación de imágenes por ultrasonido

Propagación y generación de las ondas ultrasónicas. Modos ecográficos. Transductores. Flujiómetros Doppler. Doppler continuo, Doppler pulsado y Doppler Color.

Metodología Didáctica:

La asignatura es cuatrimestral, correspondiendo al segundo cuatrimestre.

Para el dictado del año 2024 se han cambiado los horarios de teoría y práctica, unificando ambas actividades durante la tarde de los días lunes, en el horario de 13:00 a 19:00 horas. Este cambio aporta a un mayor dinamismo y flexibilidad en el tratamiento de cada tema, permitiendo desarrollar clases más coloquiales donde se consigue un mayor protagonismo de los alumnos.

Dado que la asignatura estudia los grandes equipos de diagnóstico por imágenes, en varios temas no hay posibilidad de desarrollar un práctico formal por el tipo de equipamiento a trabajar y entonces se estimula el análisis de las características y aplicación del equipamiento actual por medio de visitas a centros de diagnóstico por imágenes e información disponible en manuales técnicos y folletería. Asimismo, se aprovecha la existencia de algunos equipos disponibles en el Lab. Ing. Biomédica para su inspección e incluso utilización de aquellos que funcionan.

En esta nueva modalidad de dictado mencionado anteriormente se propone dar una breve introducción teórica, para posteriormente presentar un proyecto o análisis práctico del tema (resolución de problemas de la vida profesional, como ser la calibración o control de características de un sistema de imágenes, resolución de problemas para seleccionar tubos de RX, elección de equipos de imágenes por medio de una licitación de compra de un hospital, y visita a un hospital para observar y posteriormente discutir el funcionamiento del mismo en lo que respecta a diagnóstico por imágenes) promoviendo el aprendizaje basado en proyectos. Estas actividades se complementan con clases de coloquio, en fechas preestablecidas (detallado en Cronograma) donde se realizan prácticas de discusión con el médico Ernesto Uriburu con el fin de consolidar los conceptos y dar el punto de vista del usuario médico. En el cronograma corresponden a "aplicaciones médicas".

El desarrollo de la asignatura se realiza dando importancia al aprendizaje basado en problemas, con una fundamentación previa de los temas en una presentación teórica con métodos audiovisuales y en lo posible frente al equipamiento. Al estudiante se le presenta problemas reales y se discuten soluciones tanto en la ingeniería del equipamiento como en sus aplicaciones donde un médico dirige el debate.

Formación Práctica:

Dado los contenidos de la materia y que se encuentra en los últimos años de la carrera, se pretende que el estudiante desarrolle la capacidad de análisis de los equipos de diagnóstico por imágenes que son de alto contenido tecnológico. Para ello consideramos importante que el estudiante se familiarice con el uso de los equipos y esto se promueve tanto con la consulta de manuales y folletería como con visitas a centros de diagnóstico por imágenes.

Se considera presentar la siguiente temática como problemas que un ingeniero puede encontrar en su trabajo profesional:

- Control de calidad y funcionamiento de un sistema de obtención de imágenes - El trabajo de los estudiantes consiste en obtener las características de funcionamiento de un sistema de imágenes y discusión de la calidad y su mejora.
- Mejora de una imagen médica por medio de procesamiento digital, donde el alumno tiene que obtener o mejorar la información obtenida procesando una imagen real de cualquiera de las modalidades.
- Elección del equipamiento adecuado para una actividad de diagnóstico por imágenes en un Hospital o Clínica . Donde el alumno arma un pliego licitatorio de un equipo de esta magnitud.

Aparte de estos proyectos se realiza una visita a un centro de salud donde especialmente se observa el funcionamiento de equipos de US y posteriormente se discute.

En la tabla de formación práctica se establece que :

Actividades de laboratorio: corresponde a trabajos en el laboratorio donde se demuestran los contenidos teóricos.

Resolución de problemas: corresponde a problemas de ingeniería que se plantean a los alumnos (Procesamiento digital, cálculo de características de tubo de RX, etc.) - Se incluyó la visita en este grupo.

Resolución de ejercicios: corresponden a ejercicios de papel.

Actividades de Proyecto y diseño: corresponde a los 3 proyectos planteados.

Otro tipo de actividades: corresponde a las discusiones médicas de cada tema.

Listado de Actividades de Formación Práctica:

- 1- Principios de las imágenes – procesamiento básico (laboratorio)
- 2- PDI (lab de computación) -> proyecto Procesamiento de imágenes
- 3- Señal de video y sistemas de color (laboratorio / endoscopia) -> Proyecto Calibración y calidad de un detector de imágenes

- 4- RX curvas y equipo Problemas y Laboratorio
- 5- TC Algoritmos de Reconstrucción, utilizando software de prototipado como MatLab o Python
- 6- Secuencias RMN
- 7- Proyecto de licitación de equipos para Diagnóstico por Imágenes
- 8- Visita a un Hospital (Iturraspe o Sanatorio Adventista)
- 9- Obtención de imágenes por US (ecografías, doppler)

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: 24 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 12 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 20 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 56 horas

Metodología de Evaluación Durante el cursado:

Durante el cuatrimestre el estudiante será evaluado en forma continua. Se da importancia a los tres proyectos de actividades profesionales.

Al finalizar cada proyecto se realiza una presentación grupal y defensa de lo realizado. Los docentes realizan preguntas para determinar el grado de aprendizaje que obtuvieron los estudiantes sobre los temas del proyecto. De este modo se aprueba o no el proyecto. En caso de no aprobarlo se puede recuperar en las semanas 16 y 17 del calendario. Se considera la calificación numérica de 0 a 100% siendo aprobado con un valor superior al 60%.

El estudiante regulariza con la aprobación de los tres proyectos indicados en las actividades prácticas. Se da la posibilidad de promoción directa rindiendo 3 (tres) parciales que deben aprobarse con un valor superior al 70%. Hay instancia de recuperar los tres parciales en las semanas 16 y 17 del calendario.

Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:

Evaluación Final:

Como estudiante regular el examen será teórico en forma oral. Alumno regular es aquel que cursó la materia y aprobó los trabajos prácticos no aprobando alguno de los parciales o sus recuperatorios.

Los exámenes se toman en las fechas fijadas por el CD de la Facultad.

Para aprobar este examen el alumno debe obtener un puntaje no menor al 60%.

Como alumno libre: deberá aprobar, primero un examen teórico igual que el alumno regular para lo cual deberá obtener un puntaje total no menor al 60% y posteriormente aprobar una actividad que se haya realizado como práctica en la asignatura.

Condiciones de Regularidad :

Condiciones de Regularidad y Promoción:

Como se expresó arriba, en Metodología de evaluación durante el cursado:

Aquel estudiante que aprueba las evaluaciones prácticas, **REGULARIZA** la materia

Aquel estudiante que regulariza la materia y aprueba los tres Parciales, **PROMOCIONA** la asignatura

Aquel estudiante que no aprobó las instancias de prácticos, se lo considera alumno **LIBRE**

Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 15 de Abril de 2024

Segundo Examen Parcial: 06 de Mayo de 2024

Tercer Examen Parcial: 10 de Junio de 2024

Recuperatorio 01: 18 de Junio de 2024

Recuperatorio 02: 24 de Junio de 2024

Recuperatorio 03: 27 de Junio de 2024

Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 02 de Septiembre de 2024

Segundo Examen Parcial: 30 de Septiembre de 2024

Tercer Examen Parcial: 04 de Noviembre de 2024

Recuperatorio 01: 11 de Noviembre de 2024

Recuperatorio 02: 14 de Noviembre de 2024

Recuperatorio 03: 21 de Noviembre de 2024

Bibliografía Principal:

The Physics of Medical Imaging S. WEBB Ed. Inst. of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia 1995

Fundamentals of Electronics Image Processing ARTHUR R WEEKS SPIE/ IEEE 1996

Imagenología Médica – VALDEZ, AZPIROZ, HERNÁNDEZ, CADENA – Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa México, 1995

Principles of MRI - FRIEDMAN, JONES , Ed MCGraw Hill

Principios de formación de imágenes en RMN, PHILIPS, Rev. Tecnología Electrónica

Cardiac Imaging and Images Processing – COLLINS, SKORTON, Ed. Mc Graw Hill 1992

Tomografía Computada por RX . Fundamentos y actualidad- Ramírez Giraldo Revista Ingeniería Biomédica Vol. 2 No 4: diciembre 2008 pág. 54 -72

Apuntes de la cátedra: edición 2011 y CD 2014

Artículos de referencia que se encuentran en el Campus .-

Bibliografía Complementaria:

Equipo de Cátedra:

Equipo de cátedra:(cargos, comisiones asignadas, cargas horarias y distribución de tareas en ambos cuatrimestres)

Ing. Edgardo Arturo Bonfils: Profesor Titular dedicación exclusiva de Electrónica con extensión al área de Imágenes

- Profesor a cargo de la materia. Coordinación general. Dictado de teóricos.

Generación y toma de exámenes. Consultas. Organización de trabajos de campo

- Coordinación del desarrollo de material didáctico para la cátedra.

Mg. Bioing. Gustavo Bizai: Profesor Adjunto dedicación parcial

- A cargo del dictado de Procesamiento de Imágenes para la carrera Bioinformática

- Colaboración en la teoría de EPDI y trabajos prácticos.

- Coordinación de visita.

Médico Ernesto Uriburu: Aux. de primera Simple

- Colaboración en grupo de prácticas. A cargo de los coloquios sobre aplicaciones médicas.

Actividades de Investigación Gestión y Extensión:

Prof Titular Ing Edgardo A Bonfils

Durante el 2024 se pretende desarmar el equipamiento obsoleto de imágenes y puesta a punto del Arco en C RX, para lo cual se solicitará personal adscripto.

Reestructuración del equipamiento de laboratorio de la Cátedra.

Integrante del PID-UNER 6209 Título: "DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE ANTENAS PARA ABLACIÓN POR MICROONDAS"

Prof Adjunto dedicación parcial Bioingeniero Gustavo Bizai.

Integrante de Proyecto de Investigación PIDUNER 6205 "Sistema de Información basado en norma DICOM para aplicaciones oftalmológicas orientadas a Retinopatías Del Prematuro (ROP)", aprobado por Res. 192/19 el 22 de agosto de 2019. Duración: 3 años (prorrogado y finalizado diciembre de 2023, pendiente entrega de Informe Final). Director: Mg. Bioing. Adrián Salvatelli, ex-integrante de la Cátedra.

Integrante de Proyecto de Investigación PIDUNER 6240 "Diseño e implementación de modelos biomecánicos y metodologías de procesamiento de datos para el análisis del movimiento humano en aplicaciones clínicas, deportivas y ergonómicas", aprobado por Res. 118/23 el 19 de mayo de 2023. Duración: 3 años. Director: Dr. Bioing. Ariel Braidot.

Profesor Auxiliar de primera Médico Ernesto Uriburu.

Integrante del Laboratorio de Biomecánica a partir de diciembre de 2022, Res CD 450/22.

Los docentes Gustavo Bizai y Ernesto Uriburu forman parte de la CD del Depto. Bioingeniería.

Requisitos de admisión para alumnos oyentes:

Para poder cursar la materia como alumno oyente debe tener conocimientos de Señales y Sistemas y conocimiento de Dispositivos y Elementos Electrónicos.

Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:

Para las clases teóricas, aula con capacidad de 30 alumnos con materiales audiovisuales y

computacionales.

Para las prácticas, computadoras en los tres primeros prácticos y laboratorio de bioingeniería en los otros. Se desarrolla trabajo de campo consistente en visita a establecimientos que tengan equipamiento para el diagnóstico por imágenes.

Otros:

Al igual que en los últimos años, se plantea:

- El seguimiento de los estudiantes con el concepto de aprendizaje continuo.
- Clases de integración y profundización en la última parte del cuatrimestre para completar los conceptos, relacionarlos con lo que se observó en las tareas de campo.
- Con el apoyo del médico Uriburu en las prácticas se puede presentar la aplicación y las diferentes situaciones en diagnóstico por imágenes. Este aporte provee al estudiante la visión que tiene el profesional médico con quien deberá interactuar en su vida profesional, completando y enriqueciendo el aprendizaje de las diferentes modalidades.
- El objetivo de esta metodología es lograr que el estudiante fije mejor los conceptos generales que debe aprender en esta materia, que la estudie y la aprenda paso a paso a lo largo de todo el cuatrimestre y no en los momentos de los parciales o final.

Actividades de consulta:

La cátedra presenta los siguientes horarios de consulta:

Para los períodos de exámenes:

Edgardo Bonfils: lunes y viernes de 12 hs a 15 hs

Gustavo Bizai: jueves de 14 hs a 17 hs