

**Carrera:** Maestría en Ingeniería Biomédica / Doctorado en Ingeniería mención Bioingeniería

**Curso de Posgrado:** *Ingeniería en Rehabilitación*

Soluciones y dispositivos tecnológicos para la asistencia y/o recuperación de funciones motoras, sensoriales o cognitivas de personas en situación de discapacidad: principios y conceptos de diseño, funcionamiento, indicación y evaluación.

**Carga Horaria**<sup>1</sup>: 60 hs

**Docente/s a cargo:** Dra. Bioing. Carolina B. Tabernig

**Semestre:** 2º **Año:** 2021

**Modalidad**<sup>2</sup>: Teórico-práctico

**Carácter**<sup>3</sup>: optativo

Programa Analítico: de foja: 1 a foja: 2

Bibliografía de foja: 2 a foja: 3

## Programa Analítico

### INTRODUCCION

Bases y conceptos de la Ingeniería en Rehabilitación. Concepto, historia y modelos de discapacidad. Estadísticas en discapacidad. Causas y consecuencias de la discapacidad. Escalas para valoración de cambios. Tipos de Soluciones. Tecnología asistiva. Tecnología para recuperación de funciones. Conceptos de ergonomía asociados al diseño de tecnología para rehabilitación.

### ESTIMULACION ELECTRICA FUNCIONAL

Revisión de conceptos anatomía y fisiología relacionados al síndrome de la primera neurona motora. Identificación del problema. Los estimuladores eléctricos funcionales para asistencia o recuperación de la función motora. Principio de funcionamiento. Diagrama en bloques. Distintas fuentes de comando. Aplicaciones en marcha y prensión.

### NEUROMODULACION POR ESTIMULACION ELECTRICA

Revisión de conceptos anatomía y fisiología relacionados a los trastornos del movimiento. Identificación del problema. Estrategias de neuromodulación por estimulación eléctrica empleadas para el abordaje de trastornos derivados de la enfermedad de Parkinson, espasticidad, temblores y convulsiones. Revisión de conceptos anatomía y fisiología relacionados al sistema urinario. Identificación del problema. Aplicaciones de neuromodulación por estimulación eléctrica para incontinencia urinaria y para vejigas neurogénicas, entre otros.

### AUDIFONOS E IMPLANTES COCLEARES

Revisión de conceptos de anatomía y de fisiología. Codificación del estímulo acústico en una cóclea normal. Hipoacusia. Identificación del problema. Los audífonos e implantes cocleares como ayudas y sustitutos de la función auditiva. Principios de funcionamiento. Diagrama en bloques. Implantes multicanal. Principales estrategias decodificación de la voz.

### INTERFACES CEREBRO-COMPUTADORAS

Identificación del problema de detección de las intenciones de los usuarios a través de señales corticales.

Estructura general y principio de operación y funcionamiento de la interfaces cerebro-computadoras (ICC). Señales cerebrales utilizadas en las ICC. Registro y tratamiento digital de la señales. Aprendizaje maquina utilizado en las ICC. Actuadores. Aplicaciones de las ICC para asistencia y para recuperación de funciones.

#### TECNOLOGIAS PARA RECUPERACION DE FUNCIONES

Sistemas y dispositivos emergentes para la recuperación de funciones: robótica, exoesqueletos, juegos serios, biofeedback, otros. Estudios para evaluación de seguridad y eficacia. Indicaciones, evaluaciones y seguimiento del paciente.

#### TECNOLOGIA ASISTIVA

Herramientas para facilitar la comunicación, la movilidad y el aprendizaje. Accesibilidad a la PC y a la web. Dispositivos específicos para personas en situación de discapacidad motriz, visual, auditiva y cognitiva. Domótica. Deportes y Discapacidad. Conceptos de accesibilidad arquitectónica y urbanística.

## BIBLIOGRAFIA

- Braddom, R.; Chan, L.; Harrast, M.; Kowalske, K J; Matthews, DJ.; Ragnarsson, KT.; Stolp, K. A. . "Physical medicine and rehabilitation". Ed. W.B. Saunders Company. 4ta. Edición, Philadelphia, USA, 2011
- Stokes E. "Rehabilitation Outcome Measures". Ed. Elsevier, 2011
- Dietz V y Ward N. " Oxford Textbook of Neurorehabilitation" E. Oxford University Press, 2015
- Kumar S. "Ergonomics for rehabilitation professionals". CRC Press, 2009
- Tabernig C. y Spaich E. "Functional electrical stimulation for motor neurorehabilitation" en: "Technology-Assisted Neurorehabilitation". Academic Press, 2020
- Itakura T. "Deep Brain Stimulation for Neurological Disorders Theoretical Background and Clinical Application" Ed. Springer International Publishing, Suiza, 2015
- Palma P. "Aplicaciones clínicas de técnicas fisioterapéuticas en disfunciones miccionales y del piso pélvico" Ed Urofisioterapia, 2010
- Martellucci J. "Electrical Stimulation for Pelvic Floor Disorders". Ed. Springer, 2015
- Niparko J, "Cochlear Implants Principles & Practices" Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2009
- Waltzman S. y Roland T. "Cochlear Implants" 3ra. Ed. Thieme Medical Publishers, Inc., 2014
- Martin y Clarck. "Introduction to Audiology". Ed. 11th. Ed. Pearson, 2012
- Wolpaw, J. R. and Wolpaw, E. W. "Brain-Computer Interfaces Principles and Practice", in Wolpaw, J. R. and Wolpaw, E. W. (eds) Brain-Computer Interfaces Principles and Practice. Nueva York, pp. 3-12, 2012
- Brunner C, Birbaumer N y Blankertz B. "BNCI Horizon 2020: towards a roadmap for the BCI community. Brain-Computer Interfaces"; 1-10, 2015.
- J. R. Wolpaw, J. del R. Millán y N. F. Ramsey, "Brain-computer interfaces: Definitions and principles," in Handbook of Clinical Neurology, vol. 168, Elsevier B.V., pp. 15-23, 2020.
- Nam C., Nijholt A., Lotte F. "Brain-Computer Interfaces Handbook . Technological and Theoretical Advances". CRC Press, 2018
- Tabernig C., Carrere L., Atum Y., Acevedo R. "Brain computer interfaces for communication, mobility and motor recovery" en: "Technology-Assisted Neurorehabilitation". Academic Press, 2020
- José L. Pons J., Raya R., González J. "Emerging Therapies in Neurorehabilitation". Springer, 2016
- Encarnação P. y Cook A. "Robotic Assistive Technologies Principles and Practice" CRC Press, 2017

Manduchi R. y Kurniawan S. "Assistive Technology for Blindness and Low Vision". CRC Press, 2013

Theng L, "Assistive Technologies for Physical and Cognitive Disabilities" Advances in Medical Technologies and Clinical Practice (AMTCP) Book Series, 2015

Lancioni G. y Singh N. "Assistive Technologies for People with Diverse Abilities. Autism and Child Psychopathology Series". Ed. Springer, 2014

Costin H., Schuller B. y Florea A. "Recent Advances in Intelligent Assistive Technologies: Paradigms and Applications" Springer, 2020

Suryadevara N y Mukhopadhyay S. "Assistive technology for the elderly". Elsevier, 2020

## PLANIFICACIÓN DEL CURSO

### Objetivos Generales:

Que el alumno sea capaz de:

- Identificar los problemas relacionados a distintas disfunciones orgánicas incapacitantes y desarrollar criterios de diseño en ingeniería para abordarlos.
- Pensar estrategias basadas en tecnología para abordar los problemas de las personas en situación de discapacidad
- Desarrollar conocimiento, destreza y habilidad para llevar a cabo el relevamiento, selección, diseño, desarrollo, implementación y seguimiento de herramientas tecnológicas para procesos de rehabilitación y asistencia de personas en situación de discapacidad.
- Comprender la necesidad e importancia del trabajo inter y trans-disciplinario en ingeniería en rehabilitación
- Conocer el estado del arte de la tecnología para asistencia y recuperación de funciones de personas en situación de discapacidad

### Equipo docente:

Profesora a cargo:

- Dra. C. Tabernig: Dictado de los temas de teoría y apoyo a las clases de práctica, organización de las evaluaciones, planificaciones, etc.

Docentes invitados:

- Dr. L. Schiaffino: participación en el dictado del tema "Neuromodulación por estimulación eléctrica para pacientes con Enfermedad de Parkinson"
- Dr. R. Acevedo: participación en el dictado del tema "Aprendizaje maquinal utilizado en las ICC".
- Esp. M. Formica: participación en el dictado del tema "Conceptos de ergonomía asociados al diseño de tecnología para rehabilitación"
- Mg. L.C. Carrere: participación en la clase de práctica de "Interfaces Cerebro-Computadora" Colaborador:

Colaborador:

- Bioing. S. Escobar: participación de las clases de práctica de los temas "Estimulación eléctrica funcional", "Neuromodulación por estimulación eléctrica" y "Audífonos e Implantes cocleares"

### Metodología de Trabajo:

Se plantean encuentros semanales presenciales de 4,5 horas de duración y otras 3 horas de actividades no presenciales (consultas, estudio y realización de trabajos). En las últimas dos semanas se realizarán las evaluaciones y recuperaciones, estimando para las mismas 7,5hs presenciales. Todas estas actividades insumirán un total de 60hs (ver cronograma).

Los encuentros presenciales estarán organizados en 3 horas de teoría y 1,5 horas de coloquio o practica de laboratorio, según corresponda. Durante las teorías los profesores guiarán el estudio exponiendo los principales aspectos de cada tema y/u orientando la exposición de aquellos en los cuales los alumnos son los encargados de exponerlos (ejemplo en tecnología asistiva y tecnologías emergentes). Durante dichos encuentros se mantendrá un dialogo fluido con los alumnos a través de preguntas que los interpielen y discusiones respecto del abordaje de los distintos temas. Cuando sea posible, se invitará a especialistas y profesionales de la salud para que participen de las clases y las enriquezcan brindando un abordaje inter y transdisciplinario de la ingeniería en rehabilitación.

En los encuentros de práctica, se trabajará con equipamiento específico, identificando sus bloques constitutivos y realizando pruebas de funcionamiento. En los encuentros de coloquio se abordarán y discutirán situaciones reales y distintas estrategias posibles para abordarlas mediante los recursos de la ingeniería en rehabilitación. Tanto para los prácticos de laboratorio como para los coloquios, el alumno deberá entregar un informe escrito en el cual discuta y concluya sobre los temas trabajados.

Luego de cada clase se habilitarán por el campus virtual cuestionarios V/F o de opciones múltiples para que sean respondidos por el estudiante hasta antes del inicio del próximo encuentro presencial del tema siguiente. Estos cuestionarios serán de 5 preguntas y tienen el fin de constituir una autoevaluación y también seguimiento del alumno. Se aprobaran con 3 de las 5 preguntas bien respondidas.

### Cronograma del Curso:

Semana	Teoría 3 hs (presencial)	Practica / Coloquio -1,5 hs -(presencial)	Actividad no presencial (3hs)
1	Introducción	Propuestas y presentación de posibles temas a exponer	Exploración, búsqueda de material para el tema a exponer
2	Estimulación eléctrica funcional	Practico de laboratorio Estimulación eléctrica funcional	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
3	Neuromodulación por estimulación eléctrica	Practico de laboratorio con neuromoduladores implantados	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
4	Audifonos e Implantes cocleares	Practico de laboratorio con audifonos - Coloquio sobre Implantes cocleares	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
5	Interfaces cerebro-computadora	Practico de laboratorio Interfaces cerebro-computadora	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
6	Tecnologías para recuperación de funciones	Practico de laboratorio para recuperación de funciones	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
7	Tecnología asistiva	Coloquio sobre tecnología asistiva	Estudio – redacción de informe – preparación de exposición – consultas -
8	Examinación – Defensa oral (4,5 hs)		
9	Recuperación – de prácticos/coloquios o de defensa oral (3 hs)		

### Condiciones de aprobación del curso:

Para la aprobación del curso, el estudiante deberá haber:

- aprobado el 80% de los informes de los coloquios y trabajos prácticos.
- aprobado el 80% de los cuestionarios por el campus
- aprobar la exposición de un tema sobre Tecnologías asistivas o Tecnologías para recuperación de funciones no abordado durante el cursado. Esta exposición se realizará durante las últimas semanas del cursado y consistirá en la presentación del tema teniendo en cuenta: la identificación y descripción del problema a resolver, las alternativas tecnológicas para abordarlo y los criterios de selección de las mismas. Asimismo deberá, entre otros aspectos, explicitar el principio de funcionamiento, si es experimental o de amplio uso clínico, y las indicaciones y contraindicaciones para su uso. Podrá incluir propuestas innovadoras realizadas por el propio estudiante. La exposición será individual y tendrá una duración estimada de 30 minutos, luego de los cuales los profesores y el resto de los alumnos podrán realizarle preguntas relativas a su exposición y a su relación con el resto de las temáticas del curso.

Para la calificación final se tendrá en cuenta el desempeño del alumno durante el cursado y la nota de la exposición oral.

### Infraestructura necesaria:

Se propone que los prácticos de laboratorio se realicen en el Laboratorio de Ingeniería Biomédica y en el Laboratorio de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales (LIRINS) de la Facultad.

Parte del equipamiento a utilizar está bajo la responsabilidad de la cátedra de Equipamiento para Terapia y Rehabilitación y parte del LIRINS, ambos ámbitos a los cuales pertenecen la profesora a cargo y resto del equipo docente del curso; pero no obstante habrá que formalizar los permisos necesarios para su uso.

Si bien la FIUNER cuenta con el equipamiento para la realización de los prácticos, será necesario contar también con electrodos adhesivos para estimulación eléctrica y baterías para los equipos de estimulación eléctrica funcional. También será necesario contar con electrodos de registro de electroencefalografía para el práctico de Interfaces cerebro- computadoras, alcohol y gel conductor; y otros insumos menores.

Se necesitará asimismo acceso a la plataforma moodle, aula con PC y proyector y disponibilidad de meet para realizar videoconferencias, si el dictado de las clases teóricas no pudiera ser presencial.

### Consideraciones para el dictado virtual

Los Encuentros Presenciales de 4,5 hs por semana se reemplazarán por 3 Encuentros Medios por Tics de 1,5hs cada uno: algunos serán Encuentros No Sincrónicos (**ENS**) -videos de las clases de teoría- y otros serán Sincrónicos por meet (**ES**). En el campus del curso estarán disponibles los videos de los ENS y material bibliográfico. La presentación oral de los temas para la aprobación del curso también se realizará por meet. Los prácticos de laboratorio se reemplazan por mostraciones del equipamiento transmitidas sincrónicamente por meet. Todas las semanas habrá al menos un ES entre profesores y alumnos.

El cronograma del curso para el dictado virtual será:

Semana	Encuentro 1	Encuentro 2	Encuentro 3	Actividad no presencial del alumno
1 20/08	Introducción <b>ES</b>	Conceptos de ergonomía <b>ES</b>	Propuestas y presentación de posibles temas a exponer <b>ES</b> -	Exploración, búsqueda de material para el tema a exponer

2 27/08	Estimulación eléctrica funcional <b>ENS</b>	Estimulación eléctrica funcional <b>ENS</b>	Coloquio/Consultas <b>ES</b>	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
3 03/09	Neuromodulación por estimulación eléctrica <b>ES</b>	Coloquio / Consultas <b>ES</b>	Mostración desde el laboratorio de estimuladores y neuromoduladores <b>ES</b>	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
4 10/09	Interfaces cerebro-computadora <b>ENS</b>	Interfaces cerebro-computadora <b>ENS</b>	Coloquio / Consultas <b>ES</b>	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
5 17/09	Interfaces cerebro-computadora <b>ENS</b>	Interfaces cerebro-computadora <b>ENS</b>	Coloquio / Consultas <b>ES</b>	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
6 24/09	Implantes cocleares <b>ENS</b>	Implantes cocleares <b>ENS</b>	Coloquio / Consultas <b>ES</b>	Estudio – redacción de informe – cuestionario de autoevaluación – consultas -
7 1/10	Audífonos <b>ENS</b>	Coloquio / Consultas <b>ES</b>	Mostración desde el laboratorio de audífonos <b>ES</b>	Estudio – redacción de informe – preparación de exposición – consultas -
8 08/10	Consultas sobre los temas a exponer -Recuperación de prácticos/coloquios (3hs)			
22/10	Examinación – Defensa oral <b>ES</b> (4,5hs)			

Dictado días viernes:

Encuentro 1: 9 hs

Encuentro 2: 11 hs

Encuentro 3: 13 hs

Inicio: viernes 20 de agosto de 2021