DICIEMBRE 2022

Ingeniería

N.95

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DEL URUGUAY

Ingeniería Clínica e Ingeniería Biomédica

Prof. Ing. Franco Simini

Consideraciones sobre las protecciones contra incendios en Uruguay

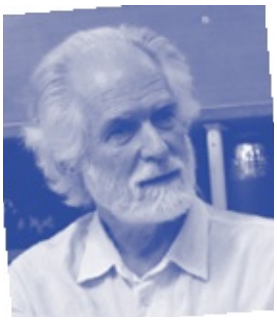
Ing. Andrés Mayobre, Ing. Guillermo Paredes, Ing. Otto Vicente

110 Años de UTE

Dr. Felipe Algorta

Ingeniería Clínica e Ingeniería Biomédica

Parte del conjunto de equipos biomédicos e instalaciones de gases medicinales y eléctrica en una sala del CENAQUE, Hospital de Clínicas. El acondicionamiento y purificación del aire son responsabilidad de la Ingeniería Clínica.



Autor:
Ing. Franco Simini

Ingeniería en Medicina

La Ingeniería Clínica es responsable de la gestión tecnológica en hospitales. Esta profesión incluye la incorporación, mantenimiento y dada de baja de equipos biomédicos además del diseño y gestión de las instalaciones en hospitales. Tiende a alcanzar la disponibilidad continua de equipos e instalaciones y que sean confiables para permitir una atención médica de excelencia a costos razonables, mediante el empleo racional y eficiente de la tecnología.

La Ingeniería Clínica forma parte de un ámbito profesional más amplio, la Ingeniería Biomédica, donde la Ingeniería se involucra con la Medicina para producir nuevos instrumentos de diagnóstico, tratamiento y prótesis. La Informática Médica aporta la especificidad del procesamiento de datos, compartiendo una frontera cada vez más tenue con la Ingeniería Biomédica. La Ingeniería Biomédica expresa por lo tanto la interacción de los enfoques de la Ingeniería con los objetivos de la Medicina.

La Ingeniería Biomédica y su especialidad de gestión, la Ingeniería Clínica, son interdisciplinarias porque implican esfuerzos cruzados de ingenieros que entienden el punto de vista médico y de médicos que siguen las líneas del pensamiento tecnológico.

El Núcleo de Ingeniería Biomédica

El Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB) de las Facultades de Medicina e Ingeniería de la Universidad de la República está ubicado en el Hospital de Clínicas donde se plantean los problemas a resolver. El enfoque interdisciplinario del NIB fue pionero desde 1985 en que inició sus investigaciones. Hoy el hecho de que la investigación de punta es interdisciplinaria es un concepto ampliamente aceptado. Los docentes del NIB provienen de la Medicina, Ingeniería, Tecnología, Escuela de Diseño y Ciencias para compartir con estudiantes y entidades externas su entusiasmo por la investigación. Entre los cursos que desarrolla, el NIB propone desde 2015 el de Ingeniería Clínica, bajo la forma de educación permanente y para estudiantes de grado y posgrado.

Inversiones y gastos en Salud son el 10% del PBI

En el Uruguay el gasto en Salud ha superado el 10% del PBI, lo que implica, además de salarios, inversiones importantes en infraestructura y equipos biomédicos. Se entiende que las dimensiones del parque de equipos e instalaciones incluye un espacio considerable para optimizar los recursos utilizados en Medicina. Sin Ingeniería Clínica en las instituciones de salud, aumentan los costos o disminuye la disponibilidad y confiabilidad de los dispositivos médicos, o ambos efectos.

Ingeniería Clínica necesaria para la gestión

La colaboración de la Universidad del Trabajo (UTU) y de sus egresados en hospitales públicos data de épocas remotas, sin que fuera reconocida sin embargo la figura del Ingeniero Clínico. Complementando el manejo de las instalaciones de sus Sanatorios por el Ing. Cosilla, en 1983 el CASMU contrató al Ing. Pedro Tonarelli en lo que puede considerarse el primer Ingeniero con funciones de Ingeniero Clínico en instituciones no estatales del Uruguay. Con su formación de Ingeniero Industrial Electrotécnico, Tonarelli encaminó la gestión de equipos e instalaciones de complejidad creciente, además de iniciar el análisis y los replanteos para la toma de decisiones. En años posteriores su aporte abarcó también al Hospital Pereira Rossell.

Cooperación nacional e internacional

La necesidad de crear una sociedad de ingeniería clínica surgió en Estados Unidos donde el College of Clinical Engineering (ACCE) define en momentos de su creación en 1990 su misión:

- Establecer estándares de competencia y promover la excelencia en la práctica de la Ingeniería Clínica.
- Promover la aplicación segura y efectiva de la tecnología en la atención al paciente
- Definir el cuerpo de conocimientos en el que se basa la profesión.
- Representar los intereses profesionales de los ingenieros clínicos.

La Asociación Brasilera de Ingeniería Clínica (ABEClin) y el capítulo de Ingeniería Clínica de la Sociedad

Argentina de Bioingeniería (SABI) tienen actividades desde principios del siglo XXI. Las sociedades científicas y profesionales de todos los continentes se han asociado en la Federación Internacional de Sociedades de Ingeniería en Medicina y Biología (IFMBE por sus siglas en inglés) que organiza en conjunto con la Unión de Físicos Médicos (IUPM) el Congreso Mundial de la especialidad cada tres años. Parte de los temas tratados en estos congresos que congregan miles de delegados se refiere a la Ingeniería Clínica. El empuje académico y profesional de la Ingeniería Clínica en América Latina en estos años se refleja en dos hechos concretos: (i) la presidenta del Comité de Ingeniería Clínica de la IFMBE es la Prof. Fabiola Martinez de México y (ii) después de la instancia 2025, el siguiente Congreso Mundial será en 2028 en América Latina, Monterrey, México, evento hacia el cual trabajan las Sociedades de todos nuestros países.

En Uruguay los Ingenieros que actúan en el ámbito de la Ingeniería Biomédica y de la Ingeniería Clínica disponen de la AIU como asociación gremial al igual que de la Sociedad Uruguaya de Biociencias, en la cual es activa la Sección Ingeniería Biomédica (SUBSIB). La doble pertenencia refleja justamente la esencia interdisciplinaria de esta especialidad.

Curso de Ingeniería Clínica

El curso de Ingeniería Clínica dictado por el NIB está dirigido a profesionales y estudiantes que se preparan para la gestión del equipamiento biomédico y de las instalaciones de un hospital. La gestión de tecnología sanitaria comprende el estudio de políticas y criterios, la evaluación, adquisición, mantenimiento, sustitución y descarte de equipamiento biomédico. Se estudian los sistemas de información como base del trabajo profesional en la captura de datos, el seguimiento y el análisis posterior para la toma de decisiones. En el curso se simula la creación y gestión de un Departamento de Ingeniería Clínica con su planificación de actividades para cada equipo y en su conjunto. El curso permite entonces transitar el camino de la profesionalización de la gestión en instituciones de salud.

Cursos complementarios

La gestión de equipos biomédicos y la planificación en medios sanitarios son tareas del Ingeniero Clínico en la medida en que conozca el equipamiento y que se interiorice del punto de vista médico como para participar de instancias interdisciplinarias. Para ello, su formación incluye cursos dictados por docentes del NIB, del Instituto de Ingeniería Eléctrica, del Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial y del Instituto de Computación. La función del Ingeniero Clínico en algunos aspectos puede parecerse a la de un Ingeniero de Planta Industrial, con la diferencia sobre el objetivo primario que en un caso está al servicio de “salvar vidas” evitando accidentes o penurias de equipos, mientras que en la industria el objetivo es la eficiencia de producción.

Internado de Ingeniería Biomédica

El Internado de Ingeniería Biomédica (IIB) es el período curricular de práctica pre-profesional que permite el acceso a los conocimientos necesarios para que el Ingeniero pueda desempeñarse en una institución de salud. El estudiante de ingeniería es contratado durante 6 meses a tiempo completo para asumir tareas prácticas en el hospital con un referente institucional y bajo supervisión académica de docentes.

Residencia de Ingeniería Clínica

El Residente de Ingeniería Clínica (RIC) es un profesional que cursa la Residencia durante tres años para adquirir la formación y los conocimientos necesarios para desempeñarse como responsable de la gestión de mantenimiento de equipos e instalaciones de salud, además de iniciarse en la supervisión del personal en formación y del personal operativo. La Residencia en Ingeniería Clínica es una formación de postgrado -en curso de aprobación- bajo supervisión académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Convenio con el Hospital Tacuarembó

Los estudiantes internos IIB en el Hospital de Tacuarembó, en base a un Convenio con la Universidad de la República firmado en 2008, realizan estadías de entre 3 y 6 meses en la vida del nosocomio. Gracias a referentes del propio hospital y a la supervisión remota de docentes del NIB, al cabo del internado los internos adquieren una experiencia valiosa que los prepara para su futuro como profesionales.

Convenio con el Hospital Maciel

El Hospital Maciel y la Universidad de la República colaboran para profundizar el manejo profesional de equipamientos e instalaciones mediante el desarrollo

de un Departamento de Ingeniería Clínica al cabo de un proceso docente acordado por Convenio en 2022. Durante 4 años habrá 8 rotaciones de tres estudiantes (IIB) de grado cada una. Los IIB son contratados en jornada completa para realizar tareas de gestión, mantenimiento y apoyo al personal de salud dirigidos por ingenieros residentes (RIC) y supervisados por docentes. Los estudiantes internos cursan 6 meses en el hospital mientras que los ingenieros residentes cumplen allí su formación de posgrado de 3 años con evaluación académica.

Formación disponible en Uruguay

El aumento de prestaciones médicas disponibles, en algunos casos desarrolladas en el país, hace que crezca el parque de equipos biomédicos y aumenten las inversiones en infraestructura sanitaria. Acompañando la demanda profesional resultante, el Uruguay se ha dotado de una gama de formaciones para la Ingeniería Clínica que abarca desde la planificación estratégica de gestión hasta la capacitación para tareas operativas en las siguientes opciones:

- Tecnólogo en Ingeniería Biomédica (carrera de 3 años de la UTEC en su sede de Fray Bentos desarrollada en colaboración con la Universidad de la República, disponible desde 2018)
- Licenciatura en Ingeniería Biológica (carrera de 4 años del CENUR de Paysandú/Salto de la Universidad de la República)
- Ingeniería Eléctrica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República con su Perfil Ingeniería Biomédica, disponible desde 2021)
- Postgrado para egresados de Ing. Eléctrica o Ing. Mecánica, obtenido al cabo de la Residencia en Ingeniería Clínica (RIC), actualmente en fase de aprobación.

Los egresados de la Universidad del Trabajo (UTU) disponen de una amplia aceptación en ocupar puestos de trabajo en hospitales y sanatorios, luego de tomar algunos de los cursos de educación permanente mencionados más arriba.

Perspectivas de la Ingeniería Clínica

El uso de tecnología médica en aumento, la multiplicidad de sus sensores en domicilio o cuerpo humano y la potencia de las herramientas de uso médico requieren la contribución del Ingeniero Clínico. Siguiendo el aumento del gasto en Salud como porcentaje del PBI, habrá más puestos de trabajo de Ingenieros Clínicos. En la medida en que la formación de los Ingenieros Clínicos tenga bases amplias en Ingeniería Biomédica con práctica específica en Hospitales, y que el país disponga del abanico de perfiles requeridos (tecnólogo, practicante interno, licenciado, físico médico, ingeniero), el objetivo de ofrecer una atención médica de excelencia podrá ser cumplido.

Agradecimientos

A los colegas y colaboradores del NIB con quienes se fue construyendo la docencia en Ingeniería Biomédica y específicamente en Ingeniería Clínica: Daniel Geido, Jorge Lobo, Martín Arregui, Rafael Sanguinetti, José Pereira, Nicolás Alfaro, Gustavo Di Martino, Eduardo Santos, Paola Sciarra, Fernando Borba, Rodrigo Taborda, Pablo Sánchez, Isabel Morales y Horacio Venturino.

A los colegas del Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial Gabriel Pisciottano, Ana Urquiola y Sofia Gervaz, del Instituto de Computación Antonio López Arredondo, Héctor Cancela, Regina Motz y Ana Erosa, del Instituto de Ingeniería Eléctrica Julián Oreggioni, Federico Lecumberry, Federico Davoine y Julio Arzuaga y del CENUR de Paysandú Ricardo Armentano, Juan Cardelino y Camila Simoes sobre cuya docencia la Ingeniería Clínica ensancha sus bases.

A las instituciones que son compañeras de ruta como la UTEC (Prof. Graciela Do Mato, Prof. Leonardo Nicola Siri y Prof. Lucas Baldezzari) y el Hospital Británico (Marcos Trinidad).

A los estudiantes y a los profesionales que confiaron en los primeros cursos y que permitieron su crecimiento.

Referencias

Simini F. “Ingeniería Biomédica: Una crónica de artefactos para la vida. Generando tecnologías locales” Rev. Ciencia y tecnología para el desarrollo de Uruguay - CONICYT. 1996, Vol. 10, http://www.nib.fmed.edu.uy/sitio_nib/BibliotecaNIB/PublNIB076.pdf

MSP, Cuentas Nacionales de Salud 2018-2019, Gasto y financiamiento de la salud en Uruguay, 2021, https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/sites/ministerio-salud-publica/files/documentos/publicaciones/Informe%20Cuentas%20Nacionales%20de%20Salud%202018_2019_0.pdf

Simini F. “Incorporación de Tecnologías Médicas.” Rev Ing AIU, 1997;28:30–7. http://www.nib.fmed.edu.uy/sitio_nib/BibliotecaNIB/PublNIB080.pdf

Simini F, Nieto F, Canetti R, Tonarelli P, Ruggia R, Randall G. “Ingeniería Biomédica e Informática Médica una nueva especialización en la Facultad de Ingeniería.” Rev Ing AIU, 2001;42:21–4. http://www.nib.fmed.edu.uy/sitio_nib/BibliotecaNIB/PublNIB096.pdf

Iadanza, E. “Clinical Engineering Handbook (Second Edition), Academic Press, 2020, ISBN 9780128134672, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813467-2.09977-6

Simini F, Píriz H, Scarone C. “Proyectos de Ingeniería Biomédica: Tecnologías desarrolladas en la Universidad disponibles para el país. Rev Ing AIU, 2004;16(49):16–21. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/21147/1/Sps04.pdf

Simini F, Ariosa D, Briozzo A, Hakas M, Olivera D. “Isaac, Nikola Galileo y los ingenieros de 2030.” Rev Ing AIU. 2011;65:32–40. http://www.nib.fmed.edu.uy/sitio_nib/BibliotecaNIB/PublNIB150.pdf

Unión Internacional de Físicos e Ingenieros en Medicina (IUPESM) Sitio de la IUPESM en https://iupesm.org/world-congresses/ accedido 26/10/2022

Simini F. “SABI2020 XXII Congreso de Bioingeniería, XI Jornadas de Ingeniería Clínica y III Ateneo de Profesionales en Piriápolis.” Rev Ing AIU, 2019;85:24–7. http://www.nib.fmed.edu.uy/sitio_nib/BibliotecaNIB/PublNIB284.pdf

Sociedad Uruguaya de Biociencias http://sub.org.uy/index.php/noticias accedido 28/10/2022