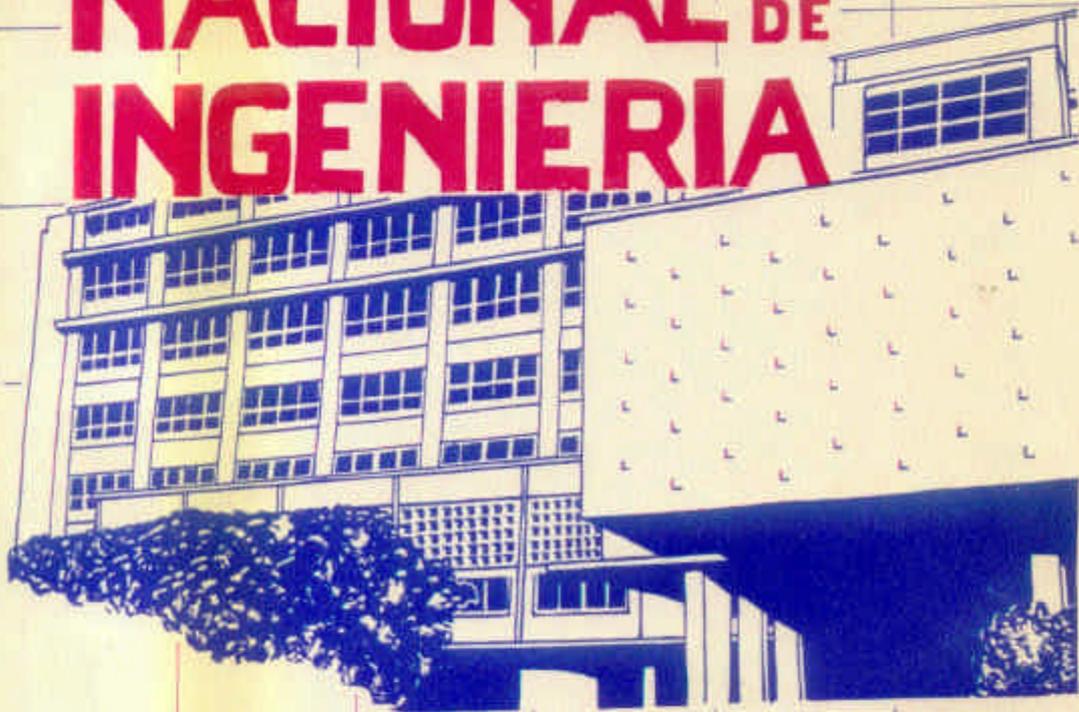


# ENCUENTRO NACIONAL DE INGENIERIA



LA INGENIERIA EN EL MEDIO  
Y EN LA UNIVERSIDAD

**A LA DESTRUCCION  
RESPONDEMOS CONSTRUYENDO**

11 y 12 de AGOSTO de 1984

ORGANIZAN:



ADUR - Ingeniería

## INGENIERIA BIOMEDICA

### 1. INTRODUCCION

La Ingeniería Biomédica se ocupa de la tecnología y de la investigación relacionadas con la vida del hombre en su sentido biológico. La fisiología y la biología experimentales del siglo pasado introdujeron elementos de tecnología en sus metodologías en la forma de instrumentos de medida (volumen, presión, flujo, etc.). La realización de este instrumental suponía cierto conocimiento del fenómeno fisiológico a estudiar a la vez que necesitaba el aporte técnico y práctico de la física. La coexistencia de conocimientos de biología, medicina o fisiología con conocimientos de Ingeniería unidos en el objetivo de realizaciones tecnológicas o de investigación, definió lo que se llamaría luego Ingeniería Biomédica. La sucesiva aparición de las técnicas eléctricas, luego nucleares y de computación han definido con claridad creciente el área de las aplicaciones biomédicas de la ingeniería. Es así que hoy la Ingeniería Biomédica incorpora métodos y conocimientos teóricos y tecnológicos de varios campos de la Ingeniería, con un enfoque que le es propio.

El ingeniero industrial se ocupa de las tecnologías existentes con el fin de la producción industrial. El ingeniero civil hace lo propio con respecto a la concreción de obras civiles en sus más diversos aspectos. Existen otras ramas de la Ingeniería que se distinguen por las tecnologías usadas y sobre todo por el objetivo global de su tarea. Se pueden mencionar la Ingeniería Naval, la Ingeniería Nuclear, la Ingeniería Hidráulica, la de Comunicaciones Eléctricas, etc. La Ingeniería Biomédica es una de las numerosas ramas de la Ingeniería. Mencionaremos algunos de sus objetivos y tecnologías empleadas, luego presentaremos un breve panorama de esta actividad en el Uruguay actual. Destacaremos algunos aspectos de la Ingeniería Biomédica que, cotejados con las características de Uruguay, le confieren un firme auspicio del crecimiento en los próximos años. Finalmente indicaremos los aportes que el país está esperando de la Ingeniería Biomédica en los campos académico, de salud pública, de seguridad industrial y en el campo económico.

### 2. COMETIDOS DE LA INGENIERIA BIOMEDICA

#### 2.1 Instrumentación Biomédica

El proyecto y realización de equipos de uso clínico es quizás el aspecto más difundido de la Ingeniería Biomédica. Equipos de medida (electrocardiógrafos, electromiógrafos, etc.), equipos de intervención (bisturí eléctrico, respirador, etc.), equipos de imágenes (radiología, medicina nuclear, tomografía, ultrasonidos, etc.) son algunos de los instrumentos que la investigación permitió desarrollar en su momento. Este desarrollo se caracteriza por la participación en ella de aspectos fisiológicos, tecnológicos y finalmente de producción.

#### 2.2 Ingeniería Clínica

La complejidad de los hospitales de atención especializada

requiere el aporte profesional del ingeniero biomédico en los aspectos de instalaciones (eléctricas, de gases, de comunicación, etc.), participación en la elección y mantenimiento de los equipos y organización de ambientes, movimientos y normas de seguridad.

### 2.3 Bioingeniería

La investigación básica llevada a cabo en las instituciones académicas biológicas, médicas y veterinarias no podría desarrollarse sin la participación de la Bioingeniería. Esta emplea enfoques, métodos y modelos típicamente ingenieriles para la solución de problemas de investigación de "ciencia pura". Como aporte de la Bioingeniería a esta rama de la actividad fisiológica basta mencionar el abandono del modelo lineal como único instrumento teórico de descripción de comportamiento de sistemas biológicos y el estudio de redes neuronales con elementos de teoría estadística. La Bioingeniería puede contribuir a disminuir la frecuencia de experimentos en animales al proponer modelos matemáticos cuya simulación se ajusta en forma creciente a la realidad fisiológica.

### 2.4 Seguridad laboral

El estudio de las condiciones de trabajo industrial y sus posibles daños al organismo humano, es otro de los cometidos de la Ingeniería Biomédica. El conocimiento de los efectos fisiológicos de determinados agentes externos junto con el rigor de enfoque ingenieril vuelven al ingeniero biomédico responsable, junto con delegados gremiales, de la seguridad industrial. La posición del ingeniero en la industria ha sido tradicionalmente la del responsable de los procesos productivos, que delega en gran medida los problemas humanos al jefe de personal o al técnico de medicina del trabajo. La Ingeniería Biomédica permite integrar los aspectos tecnológicos y de daño fisiológico en el mismo profesional.

### 2.5 Salud pública

Otra clase de cometidos de la Ingeniería Biomédica es la que se refiere a la investigación y organización de sistemas de salud comunitaria. Esta actividad se apoya fuertemente en recursos de computación. El estudio de las secuencias espacio-temporales de casos de enfermedades contagiosas con técnicas de análisis de señales con el fin de predecir posibles focos epidémicos es un ejemplo. La Ingeniería Biomédica posee las herramientas necesarias para evaluar la eficacia y el costo de procedimientos diagnósticos en términos de análisis operacional. Otro ejemplo puede ser la puesta a punto de modelos de utilización de ambulancias o policlínicas en un dado territorio. En resumen, la Ingeniería Biomédica se presenta como parte integrante de cualquier equipo serio de planificación de servicios de salud preventiva y curativa.

## 3. INGENIERIA BIOMEDICA EN EL URUGUAY

La Ingeniería Biomédica uruguaya cuenta con precursores a nivel regional en el área de investigación básica y producción de

instrumental que no operan en el país desde hace varios años. En el panorama que sigue se considera la situación del período que abarca los años 1980 al 1984.

El diseño y la producción de instrumental médico es una actividad esporádica que carece de continuidad y que no permite dar ocupación más que a un reducido número de técnicos. La opción del equipo importado fue favorecida por el tipo de cambio, la desconfianza hacia lo nacional y la acción de promoción comercial de los representantes. El usuario-comprador (médico o institución médica pública o privada) no considera siquiera la posibilidad de diseño nacional parcial o total del equipo y generalmente no es asesorado por técnicos de Ingeniería Biomédica. Los grupos de proyecto que poseen experiencia en este campo en el Uruguay no llegan a la media docena.

La costosa instalación de equipos médicos de todo tipo (una evaluación del capital actualmente invertido es tarea urgente) en hospitales y consultorios de Montevideo generó la rama de actividad que se dedica al mantenimiento de estos equipos. Rara vez el enfoque es global, lo que permite que instalaciones deficientes alimenten equipos sofisticados con disminución del nivel de seguridad. Una reciente estimación de la fuerza de trabajo de esta actividad citaba un par de docenas de técnicos de mantenimiento. La necesidad del ingeniero clínico fue manifestada recientemente en una institución de medicina colectivizada.

Varios institutos docentes oficiales que se dedican a la investigación biológica y médica cuentan con apoyo ingenieril. Este apoyo se da generalmente en la forma de colaborador honorario, lo que no permite el afianzamiento del profesional en su tarea. La fuerza de trabajo, a nivel de ingenieros, disponible y sub-empleada llega actualmente a una quincena aproximadamente.

La planificación de sistemas de servicios de salud, la investigación operativa y epidemiológica se realiza en forma incipiente en el Uruguay con el apoyo de los organismos internacionales de la materia.

#### 4. PERSPECTIVAS DE LA INGENIERIA BIOMEDICA EN EL URUGUAY

Las razones de fondo que llevan a la necesidad de desarrollar la Ingeniería Biomédica en el Uruguay son comunes a otras ramas de la Ingeniería: ahorro de divisas, mejora de servicios al tener asesoramiento nacional, alternativa válida a la emigración de técnicos, creación de fuentes de trabajo. No consideraremos aquí estos aspectos de carácter general que serán analizados en forma pormenorizada por otros autores en esta misma publicación.

La oportunidad de desarrollar la Ingeniería Biomédica en el Uruguay se basa en el hecho de que su campo de actividad requiere inversiones relativamente modestas y que por consiguiente sus productos tienen un muy alto porcentaje de valor en mano de obra calificada. Y el Uruguay dispone de un notable número de técnicos cuyo potencial latente en Ingeniería Biomédica es considerable.

La preparación formal del ingeniero biomédico no constituye ninguna dificultad en un medio universitario permeable a las experiencias de la industria del país y con fuertes conexiones entre facultades.

La Ingeniería Biomédica está llamada a considerar los siguientes puntos para los próximos años:

- diseño y producción de algunos equipos médicos con apoyo al usuario.
- coordinación y seguridad hospitalar, participación en decisiones de compra.
- integración a la investigación biológica y médica.
- seguridad industrial.
- investigación operativa de servicios de salud.

FRANCO SIMINI

Recibido en Ingeniería Electrónica en 1977 en Pisa, Italia.  
Ingeniero en Interfase Ltda.  
Investigador del Centro Latinoamericano de Perinatología y  
Desarrollo Humano (OPS/OMS)