

"Organización actual de la Investigación Biomédica y programas que se han desarrollado"

I

Ponencia presentada por el Ing. Humberto Rebolledo.
Universidad Iberoamericana.
Investigador Asociado del Departamento de Ingeniería Biomédica

INFRAESTRUCTURA PARA LA INVESTIGACION:

Para fines descriptivos y en forma estructural, definiremos la investigación científica como el resultado del trabajo determinado por los recursos humanos, delimitado y dirigido por sistemas administrativos y de organización, apoyado todo por determinados recursos materiales a disposición de la investigación. Llevado esto a la Universidad Iberoamericana, la descripción es la siguiente:

RECURSOS HUMANOS:

En este renglón cabe todo lo anteriormente señalado por el Maestro Rafael Mijares en su descripción del medio académico, y puesto que la investigación puede ser llevada adelante directa o indirectamente por cualquier profesor de tiempo, de cátedra o alumno tenemos que los recursos humanos para la investigación en la Universidad Iberoamericana ascienden a: (en Ingeniería Biomédica).

Profesor de tiempo

Profesor de cátedra

61 Alumnos de 2 semestres en adelante.

Es de hacer notar que debido a las limitaciones evidentes en nuestra Universidad, no existen investigadores dedicados a la tarea exclusiva de investigación, sino que son los profesores de tiempo quienes pueden ser investigadores de tiempo, intercambiando sus horas de cátedra por horas de investigación.

Siendo la Ingeniería Biomédica por esencia un área interdisciplinaria, los recursos humanos se ven incrementados por los profesores y alumnos de carreras relacio-

nadas. (Ingeniería Mecánica, Ingeniería Física, Ingeniería Química y principalmente Ingeniería Electrónica).

INFRAESTRUCTURA ADMINISTRATIVA Y ORGANIZACION:

Desde el punto de vista administrativo, la organización de la Universidad Iberoamericana podría clasificarse en tres niveles:

- a) Nivel individual
- b) Nivel Departamental
- c) Nivel Institucional.

INVESTIGACION A NIVEL INDIVIDUAL:

Es la investigación que se desarrolla en forma personal dentro de la Universidad, ya sea por una o más personas, quienes no tienen un apoyo directo ni del Departamento al que pertenecen, ni de la Institución como tal.

A este nivel corresponden, generalmente, los trabajos de alumnos que cursan materias de tipo práctico, y que requieren realizar investigaciones para su acreditación. Por sus características individuales y de relativo nivel académico, son trabajos de regular profundidad, bajo costo y lógicamente son los más numerosos.

INVESTIGACION A NIVEL DEPARTAMENTAL:

Son aquellos trabajos que por su complejidad o sus características académicas requieren del apoyo de sus departamentos correspondientes y consecuentemente de su autorización. A este nivel pertenecen las tesis de opción terminal, los trabajos de servicio social, y en general cualquier investigación que requiera del conocimiento del Departamento o Centro correspondiente, ya sea para solicitar tiempo especial en las computadoras, servicios de papelería, etc.

Este tipo de investigación es dominante en la Ingeniería Biomédica, carrera de muy reciente creación en la Universidad Iberoamericana.

INVESTIGACION A NIVEL INSTITUCIONAL:

A este nivel se encuentra la investigación que podríamos llamar investigación "seria", respaldada por la Universidad Iberoamericana como institución. Esta investigación está dirigida por la COORDINACION DE INVESTIGACION DE LA UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA, que dirige el Maestro en Ciencias Luis Vergara Anderson.

Este departamento tiene como función, implementar las políticas de investigación así como las prioridades de la misma, organizar los recursos económicos disponibles y apoyar la investigación en el campo extrauniversitario.

Entre los proyectos específicos que se han realizado podemos mencionar: Un analizador de EEG que mediante un sistema de filtros convenientes es capaz de indicar al experimentador, la etapa de sueño en la que el sujeto de estudio se encuentra.

Un dispositivo capaz de medir el grado y tipo de bloqueo neuromuscular en pacientes sometidos a relajante quirúrgico. Esto llevado a cabo mediante el análisis por medio de circuitos analógicos y digitales, da la respuesta muscular del paciente ante una determinada estimulación externa.

Este proyecto se desarrolla por un servidor, H. Rebolledo en cooperación con el Doctor Ramírez Acosta del Instituto Nacional de la Nutrición.

PROYECTOS INSTITUCIONALES:

A nivel de institución y en vista de las prioridades y de lo nuevo de la carrera de Ingeniería Biomédica, hasta la fecha solamente se ha desarrollado un proyecto que deberá ser concluido en diciembre del presente año. Se trata de un programa extenso denominado: UNIDAD MODULAR PARA REGISTRO Y TRANSMISION DE BIOSEÑALES.

Este proyecto tiene como finalidad la transmisión, ya sea telefónica o por medio de radio banda civil de bioseñales. Hasta ahora se ha trabajado con señales de EKG pero, acoplado a los transductores apropiados y amplificadores. Es posible enviar cualquier bioseñal con un ancho de banda similar al del ritmo cardiaco.

Se ha trabajado en base a varias tesis, correspondiendo cada una a una sección progresiva del proyecto.

Una descripción general del proyecto sería:

Mediante un electrocardiógrafo automático, capaz de obtener todas las derivaciones en forma sucesiva, en lapsos de diez segundos por ejemplo, se obtiene la señal analógica, que es modulada y digitalizada por un sistema delta, acoplado a un modulador FSK. La señal digital es conectada, bien con la línea telefónica, o directamente, en el caso de transmisión por radio. Una vez en la línea o en el aire, la señal es recogida mediante otro acoplo acústico y demodulada por los demoduladores FSK y delta. Recuperada la señal analógica, puede ser otra vez trabajada en forma digital, y ser analizada por un microprocesador o puede ser registrada en algún sistema, como señal analógica, e interpretada por personal médico. Como opción, toda la información puede registrarse en cinta magnética

mientras esté digitalizada y modulada.

Este primer proyecto Institucional tiene como Investigador Responsable al Maestro Francisco Martín del Campo, e Investigadores, el Maestro Rafael Mijares y Javier Adame.

Se encuentra, como contribuciones originales, el modulador de FSK y la implementación del sistema delta mediante CMOS y OPPAMS.

Este proyecto cuenta con un presupuesto global de \$135,900.00 para ser concluido en diciembre de 1978.

CONSIDERACIONES GENERALES:

Como se podrá observar, a pesar de que la carrera de Ingeniería Biomédica cuenta también con el área de modelos biomédicos y biomédica, la gran mayoría de los trabajos se han realizado en el área de bioinstrumentación. Este es el resultado de que experimentalmente la electrónica tenga mucha más flexibilidad que la mecánica y mucho más sentido práctico inmediato que los modelos matemáticos.

Hasta aquí se han expuesto a grandes rasgos las características, el estado, así como la organización de la investigación en general y en particular en Bioingeniería. Espero haber podido darles una imagen clara de las posibilidades de la Universidad Iberoamericana en investigación.

DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

Siguiendo la clasificación de tipo administrativo descrita con anterioridad, los principales proyectos realizados pueden ser:

Nivel Individual.- No presentados por la dificultad de recopilarlos y por sus escaso interés para los fines de este simposium.

NIVEL DEPARTAMENTAL:

a).— *Medición del gasto cardíaco mediante termodilución.*

Este proyecto fue desarrollado como tesis de opción terminal por los Ingenieros Hermán Díaz, Pedro Ruiz, Alfonso Ballesteros y Jorge Cornu.

La implementación incluye la medición de la curva de termodilución mediante un catéter introducido en el torrente sanguíneo. Este catéter lleva como elemento activo un termistor de punto. La curva obtenida es llevada a un computador analógico que resuelve la ecuación de Stewart Hamilton, haciendo automáticamente el corte de la integración de dicha curva cuando el valor de la T llega a un 10% del máximo, evitando las lecturas de la recirculación. La lectura se presenta en forma digital.

Toda la implementación desarrollada, termistores, computadora analógica, fuentes, display digital, etc., están integrados en un conjunto muy compacto y de fácil operación, permitiendo ser usado por personal no especializado en instrumentación electrónica.

b).— *Electrocardiógrafo:* Desarrollado también como tesis por el hoy Maestro Rafael Mijares y el Ingeniero Sergio Sánchez Barona.

Básicamente este proyecto consta de la implementación de un amplificador de ancho de banda compatible con las señales biológicas EKG, aunado a circuitería

apropiada para monitonzar cualquier derivación, y con un sistema de detector de pulso que detecta el complejo QRS para controlar una señal audible.

Sus características de compactibilidad y bajo costo lo hacen viable a comercialización.

cl.— *Simulación analógica del sistema cardiovascular*: Tesis presentada por Carlos Mercadillo, una de las pocas tesis teóricas en Biomédica, obtiene un modelo matemático del sistema cardiovascular y la resolución de las ecuaciones mediante circuitos analógicos.

d) — *Desarrollo de un cardiotacómetro con alarma para bradicardia y taquicardia*: Esta tesis, una de las más sencillas pero a la vez de las más prácticas, fue elaborada en base al electrocardiograma antes mencionado, acoplando los pulsos generados por el EKG a una serie de contadores y lógica digital que permita colocar manualmente los límites superiores e inferior, fuera de los cuales se conecta una alarma

el.— *Diseño teórico de una prótesis de mano*: Desarrollada por los Ingenieros Carlos Lazo y Héctor Chuliá, es otro de los proyectos que queda abierto a investigación posterior.

Se trata de lograr identificar mediante electrodos internos o de superficie, señales nerviosas que, mediante un entrenamiento a base de retroalimentación biológica, pueden ser enseñadas a controlar una mano, la cual es activada por servomecanismos controlados por la señales antes mencionadas. La enorme complejidad de este proyecto impidió a los investigadores llegar a una implementación práctica, pero queda esperando toda la teoría.

fl.— *Marcapaso de demanda*: Este proyecto es desarrollado por el Ingeniero Hermán Díaz, en su papel de Asesor de Tesis con Adell Atristain, ambos esperan desarrollar un marcapaso lo suficientemente confiable como para su industrialización.

Entre los proyectos con características departamentales que tienen relación con Instituciones ajenas a la Universidad Iberoamericana, tenemos:

gl.— *Desarrollo de un medidor de presiones osmóticas*: de tipo portátil y de lectura digital, desarrollado por la alumna Martha Gómez, como trabajo de Servicio social, en cooperación con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Instituto Nacional de la Nutrición. Es la continuación de un proyecto original desarrollado en el Instituto Nacional de la Nutrición por los Doctores Ramírez Acosta, Luis Molina y por un servidor, Humberto Rebollo.

II

Ponencia presentada por el Dr. Joaquín Remolina
Centro de Investigación y Estudios Avanzados.
del Instituto Politécnico Nacional.
Investigador y Jefe del Departamento de
Bioelectrónica.

En la imagen que quiero darles a ustedes de la labor de investigación que se lleva a cabo en la sección de bioelectrónica del Centro de Investigaciones del Politécnico, no quisiera que intervinieran elementos deformantes, tales como los lloriqueos de falsas modestias, o de los desplantes de gallito de pelea, que son inevitables en la personalidad de la gente.

Sin embargo, creo que van a ir mezclados en mi presentación.

Como antecedente y explicación, aclararé que la investigación que se lleva a cabo tiene, más o menos, las caracte-

terísticas de semilla, es decir, es un esfuerzo mínimo, al que se están dando los elementos necesarios para que tenga crecimiento natural y pueda aspirar a la solidez de un objeto con desarrollo correcto.

Antecedentes: En 1950, terminé mis estudios de médico, y vi que la forma de coordinar mis conocimientos con la medicina y mi afición desmedida por las actividades de laboratorio de química se encontraba en las labores de investigación. De modo que, de 1950 en adelante empecé a actuar como investigador, primero como ayudante y después con un título más pomposo en el Departamento de Fisiología del Instituto Nacional de Cardiología, bajo la dirección del Dr. Arturo Rosenblueth y en colaboración directa con el Dr. Ramón Alvarez Bulla. Como resultado de esas labores de investigación dedicadas a temas fronterizos en el conocimiento de las ciencias fisiológicas, pude trabajar sobre receptores sensoriales, corpúsculo de Pачini, receptor de estiramiento muscular, sobre la aparición sucesiva de las distintas propiedades fisiológicas del tejido cardíaco, a lo largo del desarrollo embionario del corazón de pollo y temas respiratorios etc. Más tarde vinieron los estudios de Maestría formales en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, después vino la oportunidad de crear el Departamento de Fisiología en una Escuela recién formada, la Escuela de Medicina de Chihuahua, a partir de un cuarto con paredes limpias. Después el regreso a las labores de investigación, estudios de Doctorado, y durante todo este tiempo la labor de enseñanza en Fisiología y Físicoquímica en las Escuelas de Medicina de Chihuahua, del Instituto Politécnico Nacional de México, y en la Escuela de Medicina de El Salvador, en Centro América. Durante todo ese tiempo, junto con los problemas de investigación a nivel fronterizo, sin una idea de aplicación inmediata, existía la oportunidad de llevar a cabo el desarrollo del instrumental que requería el problema. Normalmente con fondos limitados y la existencia de un tema nuevo. Lo correcto era dar la solución a partir de instrumentos de diseño propio.

En las Escuelas de Medicina hubo un problema similar: implementar cursos de tipo práctico de fisiología, de físicoquímica con presupuestos enteramente rudimentarios. Se tuvo que hacer el instrumental para la Escuela de Medicina, y ocasionalmente se atendieron solicitudes de algún médico para hacer un instrumento que necesitara. Solicitudes de mantenimiento en forma esporádica, hasta hace aproximadamente seis años, en que por motivo de crisis emotiva diversa y balance nuevo, llegué a la conclusión de que estaba hastiado de sacrificar miles de animales de laboratorio en la enseñanza y la investigación. Me producía una aversión cada día creciente el tener que matar un animal. Entonces decidí optar por el otro aspecto, el de desarrollo instrumental. Teniendo en cuenta que durante mi trayectoria profesional, había percibido la estructura falsa que tiene nuestra organización científica, es decir una estructura en la que encontramos al investigador de primera línea, con trabajos de valor internacional, reconocido en todas partes, por quien tengo el mayor respeto y consideración y nada debajo de él. Nada para darle apoyo: entre el investigador supremo y el peón de carretera están todos los escalones de apoyo en la estructura científica y funcional del país. Entonces, fue cuando decidí intentar el experimento mencionado.

En el Departamento de Farmacología del Centro de Investigación se inició este experimento hace seis años, y se sentaron bases muy claras; las circunstancias además, exigían esas bases. Se estaba formando un Departamento

nuevo, con las exigencias que eso implica. Desde el punto de vista económico, había que hacer un edificio, dotar de equipo a todo un Departamento, contratar investigadores, etc., para estudiar Farmacología, en una investigación de primera línea. Entonces, se consideró ese apéndice de una sección que llamaremos la Bioelectrónica, que avanzó sobre estas bases:

1.— Un investigador de tiempo completo; un cuarto en el que había instalaciones de agua, luz eléctrica, una mesa, y ahí acabó todo. Como les decía, bajo la idea de que lo importante no es que le den a uno, sino que lo pongan donde hay, en el Centro de Investigación, que tiene de todo, existen los científicos que dominan las técnicas más variadas, al nivel más adelantado que se pueda concebir, existen instrumentos muy refinados y demás. Así es que no fue difícil encontrar por ahí a alguien que ya no quisiera su electrofisiógrafo viejo y nos lo prestara, encontrar en el taller central uno que zumbaba un poquito, de tal modo que no lo querían ya emplear; convencer al propio Departamento de Farmacología que le convenía tener algunos desarmadores y brocas, y con eso lo echamos a andar.

2.— Presupuesto de operación: No había para comprar un transistor, si hubiéramos llorado adecuadamente se nos hubiera concedido, pero en esencia nos sentíamos como un pegote dentro de un Departamento que estaba luchando por arrancar sin todos los fondos necesarios para ello, ya bastante daño les estábamos haciendo con quitarle uno de los seis cuartos y una de las plazas de tiempo completo de las seis de que disponía. Entonces, sobre esas bases empezamos atendiendo las necesidades internas del Departamento, casi las estaban buscando para justificarnos en alguna forma. En otras palabras, que tal preamplificador de diseño prehistórico tenía pilas, y que salían muy caras, bueno entonces que Bioelectrónica haga una fuentecita de alimentación de corriente alterna, y así sucesivamente.

Sin embargo, a pesar de eso ya habíamos señalado nuestro campo de acción, pero ningún proyecto. Estábamos escamados del proyectismo, que es característico en todas nuestras acciones. Así es que no teníamos ningún proyecto, pero estábamos dispuestos a atacar problemas que quedaran dentro de estas tres áreas: 1.— Instrumentos específicos para la investigación, que no existieran en el mercado; 2.— Instrumentos totalmente vulgares, necesarios en la medicina, pero que se tienen que importar; 3.— Instrumentos adecuados para la enseñanza de las ciencias fisiológicas en las materias médicas.

Bien pronto, vino un proyecto interesante, se necesitaba para un estudio muy particular: un dispositivo capaz de medir el potencial generado por un epitelio y tomar el potencial que uno quisiera, incluyendo la condición potencial cero o sea de corto circuito. Se analizó el problema, se intentó una solución. En el comercio no existían aparatos de ese tipo, por ser un proyecto hasta el momento bastante avanzado. Se entró en contacto, con los investigadores extranjeros que habían hecho ese trabajo, y coincidieron ellos en que podían persuadir a su técnico de que les hiciera una copia del aparato que habían usado en su investigación original por \$2,200 dólares. Bien, tuvimos oportunidad de intentar el ataque al problema, y afortunadamente resultó una solución adecuada, por el mismo precio de \$2,200 pero nada más que esta vez en pesos y no dólares. El resultado fue que se terminó el estudio, los investigadores visitantes quedaron tan contentos que pidieron una copia para llevársela a Buenos Aires, otra copia para llevársela a Montevideo, y a partir de entonces

la gente que estaba trabajando en ese tema en el Centro de Investigación, empezó a pedir copias del instrumento. El resultado es que, hasta la fecha, tenemos 28 ejemplares de ese aparato regados por todo el país; hay 14 en el Centro de Investigación, dos en la Universidad Autónoma de México, 2 en Guadalajara, varios en Tamaulipas, en Monterrey, en Chihuahua, en Mexicali, etc. En contra de nuestras esperanzas de que resultara un proyecto de aplicación exclusiva y que no tuviera mayor trascendencia, resultó que, como es un tema que ya ha alcanzado su aplicación intuitiva en la enseñanza, el aparato resultó de interés general, y todavía, no existe una versión comercial extranjera de ese tipo de aparatos, en cambio existe la versión comercial nacional.

Esto más o menos les da idea sobre qué bases tuvimos que plantear nuestras labores. La base era ésta: no teníamos presupuesto de operación, consecuentemente se tenían que escoger exclusivamente problemas reales, de interés suficiente para que una persona o institución estuviera dispuesta a pagar el instrumento que se iba a hacer. Después de eso, nos señalamos otras cosas: desarrollar el instrumento a un nivel tal, que no se necesitara la presencia del que lo hizo para que éste funcionara. En otras palabras, llevarlo a un desarrollo completo, adelantándonos a las posibles maniobras inadecuadas que pudiera cometer el usuario, dándole una presentación comercial, acompañando el instrumento del manual de operación correspondiente, y colaborando el tiempo que fuera necesario para instruir al personal que lo fuera a emplear, y también en constante disposición para atender las quejas que tuviera respecto a su mal funcionamiento.

Pronto empezaron a acercarse a nosotros, estudiantes de Ingeniería o Ingenieros jóvenes que habían oído de alguien que se dedicaba, como labor única y exclusiva, a diseñar instrumentos y construirlos. Entonces, vimos que podíamos hacer una labor de proselitismo, no nos parecía que tuviera mayor interés que una persona hiciera instrumentos en calidad de garbanzos de a libra, en un medio en el que eso no se hacía, sino que lo que queríamos era que eso sirviera de ejemplo, y que a las personas que todavía no habían encontrado una trayectoria definida, les pareciera atractiva esa posibilidad, que vieran que no sólo era una necesidad, sino que era una necesidad con recompensa.

Entonces, llegaron estudiantes y vimos que podíamos aprovechar los cursos normales de la Escuela de Medicina, de cualquier Escuela de Medicina, para que el estudiante se familiarizara con muchos de los aspectos que le interesan al biólogo.

A los estudiantes se les señalaron cursos de anatomía, el curso normal que llevan los médicos cirujanos en la escuela de medicina, fisiología, histología, fisicoquímica, etc. Así que esa parte no nos costaba, simplemente remitíamos al estudiante como alumno especial a esas clases. Nos encontrábamos con que cada vez era mayor el número de alumnos que se interesaba, lo que nos resultaba de perlas, pues la idea era formar un grupo, y que no fuera una persona la que hiciera las cosas. Entonces simplemente se iba incluyendo a los alumnos en el trabajo, y se puso, aparte del requisito que hemos mencionado, de que el tema fuera lo bastante interesante como para que alguien lo pudiera usar y consecuentemente se eliminara a toda costa cualquier ejercicio estéril de tipo tesis; aparte de eso, el requisito era hacer un diseño totalmente propio, sin usar principios físicos particulares sino principios físicos normales, y tratar de emplear, en lo posible, componentes

de fácil adquisición en el mercado, ya sea nacionales si existían, o si tenían que importarse, que fueran componentes de tipo general, neutro y no precisamente las piezas específicas que algún fabricante hiciera para sus aparatos. De modo que en ningún momento pudieran interferir con nuestra adquisición de estos componentes.

El asunto fue creciendo gradualmente, pronto se organizaron los llamados Laboratorios de Construcción, Desarrollo y Seminarios de Diseño. Cada problema que se nos presentaba, se trataba del mismo modo, reunido el grupo, primero se determinaba qué límites debería alcanzar el funcionamiento del aparato, después se hacía una lista completa de las soluciones que se podían aplicar al problema, por tontas que parecieran, y después se hacía una selección de esas resoluciones, según las ventajas y las coincidencias que tuvieran en nuestros propósitos. Esto ha venido creciendo, de tal modo que ahora, entre los alumnos que han completado ya su formación, se han reclutado siete personas. Ha resultado tan favorable la situación, que a pesar de que por muchos años hemos estado operando para investigación, desarrollo, enseñanza, etc., con un presupuesto de cero pesos cero centavos, a pesar de eso, de nuestros convenios para la construcción de instrumentos, ha salido lo suficiente para apoyar, por algún tiempo, a aquellos alumnos que no parecían gratos a los Comités Selectores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para ofrecer becas. Con ello hemos apoyado, al principio, la formación de los sueldos de nuestros instructores, hemos formado un pequeño almacén, ahora no tenemos que esperar que nos paguen un aparato para tener las piezas para construirlo, en general ya tenemos lo suficiente para enfrentar muchos proyectos sin necesidad de que los paguen. Así que por lo que toca al aspecto de presupuesto de operación, no estoy diciendo que no tengamos ayuda alguna de la Institución, al contrario, tenemos la ayuda más seria que pueda ser dada a alguna persona. Por una parte, los sueldos, al principio, del fundador de la sección, y después de las personas que hemos ido incorporando porque llenan ya los requisitos necesarios. También tenemos el apoyo científico y la camaradería de todos los demás trabajadores de la Organización, tenemos el prestigio de la Institución, etc.

Como resultado de esas labores, se ha emprendido el diseño de unos 40 aparatos diferentes, y cuando digo emprendido no lo estoy mencionando como proyecto a desarrollar, o tesis a completar, sino como instrumentos entregados al usuario, sometidos a la crítica más severa que pueda existir, que es la de la persona que ha pagado por un aparato y que lo está usando, y que en todo momento va a estar en condiciones de reclamar por su mal funcionamiento.

En los instrumentos para la investigación, está el fijador de voltaje para epitelios que hemos mencionado, del cual hay unos 28 ejemplares construidos, el fijador de voltaje para membranas artificiales; hay 5 ejemplares construidos, contadores especiales para respuestas nerviosas con discriminación de amplitud, existen 8 ejemplares, el instrumental correspondiente a una unidad para cuidados intensivos de hospital para 7 camas, que está a punto de instalarse en la Clínica de la Ciudad de Irapuato, Gto., Unidades básicas para la enseñanza de la electrofisiología, planteadas de acuerdo con las necesidades de la docencia. Como ven ustedes, esto ya supone que ha habido muchas dificultades por el camino, no hemos empezado con proyectos rígidos, hemos tenido la ventaja de tener la alta responsabilidad de una Institución Universitaria, y nos

iniciamos con una tendencia ya bien definida con reconsideración constante de nuestras tácticas y de nuestros procedimientos, conforme avanzan las cosas.

El método que hemos señalado implica combinar las labores de fabricación, de investigación, diseño, desarrollo, y posible industrialización del instrumento. Nuestra meta es exclusivamente la comercialización de los instrumentos, que existan proveedores normales de instrumentos con todas las responsabilidades: ofrecer asesoría técnica, mantenimiento, etc. Naturalmente de ahí sale también gente que conoce las reglas generales de mantenimiento para otros instrumentos de diseño y en general la disciplina más o menos rigorista del método científico. Claro está que al principio, era absolutamente indispensable que hiciéramos actuar al estudiante al mismo tiempo como obrero, le hicimos ver una cosa muy importante, que de lo que ya trae, mucho le sirve para resolver los problemas, y que, además, seguramente le van a faltar muchos otros conocimientos, pero que no necesariamente tiene que ir a tomar cursos formales para ir llenando los futuros huecos que se presenten. La realidad es que, por muy bien que hayamos llevado un curso de electrónica hace 20 años, va a ser imposible que sepamos algo de transistores, cuando no se conocían los transistores. Entonces, el estudiante en general empieza a desarrollar muy marcadamente una tendencia autodidacta, pero no anárquica, sino canalizada a la solución del problema específico.

Decía, al actuar el estudiante como obrero, después como director e instructor de obrero y demás, los costos de fabricación han sido muy bajos, además hemos tomado como norma, escoger aquellos instrumentos que resulten interesantes, porque hay una gran diferencia entre el costo de los materiales del instrumento y el valor que ese instrumento tiene en el mercado.

Sin embargo, conforme ha ido pasando el tiempo, el método, aparte de mostrar sus ventajas en el sentido de que altera la actitud del estudiante, antes era pasiva; de esperar el auxilio divino bajo la forma de mamá, donativos, presupuestos, etc. etc., para un individuo activo y emprendedor que está consciente de los muchos problemas que existen, más de los que él puede resolver; no le falta material de trabajo. Pero, al mismo tiempo que hemos logrado eso, vienen los inconvenientes derivados del trato con una persona que se está formando, y al mismo tiempo trabaja. Entonces, para nosotros el estudiante que trabaja, que actúa como obrero, es el peor de los obreros que existen, porque es el obrero que se pasa el tiempo preparándose y en cuanto está medianamente preparado, ya no quiere eso, sino que quiere hacer otra cosa, y así sucesivamente.

Es una forma más franca de relacionar el problema de enseñanza con el problema de producción. Se trata también de garantizar al estudiante que hemos formado, que no va a ser la institución que lo formó su enemigo más serio. De tal modo que hemos actuado hasta ahora, porque eso era lo que necesitábamos, para cambiar la actitud de nuestros estudiantes, y para agenciarnos fondos, pero a partir del momento en que tenemos estudiantes preparados, y más solicitudes de trabajo de las que podemos atender sin perder nuestra calidad de Institución de Investigación y de Enseñanza, a partir de ese momento nuestro paso presente es fomentar, hasta donde sea posible, en aquellos estudiantes que ya hemos formado y que tienen habilidad e interés para ello, el establecimiento de pequeñas industrias que se encarguen de hacer el trabajo.

PECTIVAS DE LA INGENIERA BIOMEDICA:

Ponencia presentada por el Maestro en Ciencias Rolando Lara.*

Investigador y Jefe del Departamento de Ingeniería Biomédica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

* Leída por el Ing. Esteban López Bracho.

Introducción histórica:

La cibernética, disciplina propuesta por Norbert Wiener en 1948 (1), ha evolucionado desde sus inicios en diferentes ramas, dentro de las cuales ha surgido la Bioingeniería o Ingeniería Biomédica. La Cibernética nace por el deseo de estudiar a los seres vivos, y aún a los sistemas formados por ellos, desde el punto de vista de las ciencias exactas. Parte de los estudios de Gibbs y Boltzmann sobre la 2a. ley de la termodinámica, de la relación que Shannon propone entre la información y la entropía, y del uso que se hace de esa información para regular y adaptar las diversas variables de los seres vivos ante los cambios a los que continuamente se enfrentan por medio de sistemas de autorregulación. Estas disciplinas ya habían sido usadas para el diseño de máquinas, principalmente bélicas durante la segunda guerra mundial. Por ello Wiener considera que estas máquinas, y los seres vivos pueden estudiarse desde un mismo punto de vista, definiendo a la Cibernética como "La ciencia que estudia al ser viviente y a la máquina desde un mismo punto de vista" (1).

Sin embargo, esta primera definición ha sido superada a través del tiempo por la gran cantidad de especialidades que han aparecido y que se denominan indistintamente con el nombre de Cibernética. Se ha dividido en tres ramas (2) (3):

1.— Cibernética teórica: disciplina que estudia los problemas relacionados con la filosofía y la descripción matemática general de los procesos de control en los seres vivos y en las máquinas.

2.— Cibernética técnica: disciplina que se ocupa de los problemas técnicos sobre la construcción de sistemas de control, procesamiento, almacenamiento y transmisión de información, así como de los medios para la automatización electrónica.

3.— Cibernética aplicada: disciplina que se ocupa de la aplicación de conceptos, métodos, y medios de la Cibernética a los diversos campos de la actividad humana.

La Cibernética teórica finca sus raíces en Europa, estableciendo centros cibernéticos en gran número de universidades. Por otro lado la Cibernética técnica se desarrolla en los Estados Unidos dando origen a lo que se ha denominado como "La Revolución Cibernética" (4). Sin embargo, no fue sino hasta 1960 cuando resurge, en los Estados Unidos el interés teórico por el estudio de los seres vivos por medio de las ciencias exactas, denominando a esta disciplina Bioingeniería e Ingeniería Biomédica. Inicialmente, la carrera se establece en varias universidades y adquiere una tónica dirigida fundamentalmente hacia la investigación. Pero debido a las fuentes de trabajo en este campo, así como a la presión de centros hospitalarios y de instrumentación por la necesidad de contar con egresados preparados en estas disciplinas, la educación se ha dirigido hacia aspectos más programáticos

por lo cual, la formación y la educación en Bioingeniería divide en las siguientes ramas (5):

1.— Bioingeniería: disciplina que consiste en la aplicación de los conceptos y técnicas de las ciencias exactas al estudio de los fenómenos biológicos para una mejor comprensión de los sistemas que los constituyen.

2.— Ingeniería Biomédica: disciplina que usa los conceptos y técnicas de las ciencias exactas en el desarrollo de la instrumentación, materiales, diagnóstico, elementos terapéuticos, órganos artificiales y otros elementos relacionados con la actividad médica para la aplicación en biología y en medicina.

3.— Ingeniería clínica: disciplina que aplica los conceptos tecnológicos y metodología de las ciencias exactas para una mayor eficiencia en los servicios de salud, en el amplio contexto de las instituciones inter-relacionales tales como hospitales, clínicas, unidades gubernamentales, universidades e industria.

Por otro lado, es importante notar que inicialmente se establecieron los estudios de Bioingeniería a nivel de licenciatura, pero debido a que el graduado en estas carreras no tenía gran aceptación, pues se le consideraba un personaje híbrido, ni ingeniero ni médico, actualmente los estudios de Bioingeniería se ofrecen a nivel de Postgrado (6).

Bioingeniería en México:

El inicio de la Bioingeniería en México puede remontarse a los orígenes de la Cibernética, ya que Wiener tuvo la estrecha relación con Arturo Rosenbleuth, quien fue de los grandes pioneros de la Cibernética, tanto desde el punto de vista filosófico como experimental. Sin embargo, hasta donde yo sé, no llegó a formar un grupo de trabajo que permitiera continuar con esta disciplina. La Cibernética se introduce en la Universidad por medio de la actividad de investigadores aislados, tales como el maestro Alejandro Medina, con un grupo de investigación que sigue trabajando y que actualmente está a cargo de la Maestra Gertrudis Kurz, donde se realizan trabajos sobre el procedimiento de información sensorial. Asimismo en el Instituto de Investigaciones Biomédicas el Doctor Negrete ha realizado una gran cantidad de trabajos interdisciplinarios, que pueden considerarse como cibernéticos, que van desde modelos de sistemas de regulación de variables fisiológicas hasta diagnósticos de enfermedades por medio de la computadora.

Con la implantación de la Bioingeniería en los Estados Unidos, la disciplina encuentra eco en nuestro país. Poco después, aparecen las licenciaturas en Ingeniería Biomédica en la Universidad Iberoamericana y en la Universidad Autónoma Metropolitana, intentando con ello, crear la infraestructura académica para la independencia tecnológica del país en instrumentación médica.

Por otro lado, en la Universidad Nacional Autónoma de México han surgido otros grupos con intereses interdisciplinarios como el del Maestro Ismael Espinosa de la División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería que estudia actualmente, por medios estadísticos, la actividad neuronal en el Sistema Nervioso relacionada con la acción motora. En el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México se ha creado una estrecha colaboración entre un grupo de neuroquímicos dirigidos por el Doctor Ricardo Tapia y un grupo de ingenieros a mi cargo, donde actualmente se realizan trabajos de investigación sobre los procesos electroquímicos en el sistema nervioso cuyas repercusiones en los procesos de memoria y aprendizaje pueden resultar fructíferos. Como puede notarse la investigación en los campos

de la Bioingeniería es reducida en nuestro país. De ahí, que sea una necesidad primordial promoverla para que se constituya la base sobre la cual pueda sostenerse la estructura de la Ingeniería Biomédica en México.

Con respecto a la Ingeniería Biomédica el Dr. Remolina del Instituto Politécnico Nacional y el Ing. Zapata quien inició sus trabajos en el Instituto de Neurología y que ahora colabora con el Instituto Politécnico, han realizado una labor encomiable con respecto a la instrumentación médica, colaborando directamente con investigadores para subsanar, en la medida de lo posible, las necesidades instrumentales más apremiantes.

Por todo esto, es importante intentar integrar la labor de todos estos grupos y formar una unidad, que pueda convertirse en un centro interdisciplinario, y que permita establecer la infraestructura tanto académica como tecnológica de la actividad Bioingenieril en México. Los elementos teóricos con los que debería contar este proyecto, así como sus fundamentos históricos, se describen a continuación.

Estructura Ideológica de la Bioingeniería:

A lo largo de la historia las palabras toman diferentes connotaciones; una de las palabras más importantes desde el punto de vista humano, es la palabra "técnica". La técnica representa uno de los caracteres distintivos del hombre con respecto a otros animales en la naturaleza.

La técnica, según Ortega y Gasset (7), es la capacidad humana de observar, prever y crear los medios con los cuales el hombre puede confrontar, en forma adecuada, los cambios azarosos de la naturaleza, que representan un peligro para su existencia. Este autor comenta que el animal común confronta los cambios en el ambiente con una solución inmediata, dada por su constitución instintiva, recurriendo casi exclusivamente a sus propiedades físicas; en cambio, el hombre crea, por medio de la técnica, la posibilidad de resolver la mayor parte de los cambios naturales con elementos ajenos a él mismo, gracias a su naturaleza racional y de instrumentación.

Oswaldo Spengler (8), siguiendo esta misma línea, marca claramente las dos etapas necesarias para la posibilidad de la técnica: una de observación y otra de acción. Spengler define este proceso como sigue: "Hay un trabajo de dirección y un trabajo de ejecución; y para todos los tiempos venideros constituye esto la forma técnica fundamental de toda la vida humana". El mismo hace una metáfora del hombre comparándolo con una ave de rapiña por su visión y por su acción, intentando definir claramente el proceso dialéctico que se establece entre el aspecto teórico y el aspecto práctico en la técnica:

"Al pensar de los ojos, la visión aguda e intelectual de los grandes animales rapaces, añádesese el pensar de la mano. Del primero se desenvuelve, desde entonces, el pensamiento teórico, intuitivo, la meditación, la sabiduría. Del segundo nace el pensamiento práctico, activo, la astucia, la inteligencia propiamente dicha. El ojo inquiere la causa y el efecto; la mano trabaja según los principios del medio y el fin".

Por esto el intentar introducir la Bioingeniería en México es importante que estos dos aspectos de la técnica puedan coexistir, de tal forma que diferentes actitudes mentales en los hombres puedan dirigirse hacia un fin común. Con ello se podrá establecer la nobleza y el sacerdocio de esta nascente disciplina, estructura necesaria de toda cultura superior. Spengler define esto como sigue: El noble guerrero, aventurero, vive en el mundo de los hechos. El sacerdote, sabio filósofo, vive en su mundo de verdades. El uno sufre o es su destino. El otro piensa en casualidades. Aquel quiere poner el espíritu al servicio de

su vida fuerte. Este quiere poner su vida al servicio del espíritu (9). Asimismo, es necesario erradicar el concepto de técnica presente donde se piensa que el aspecto práctico, útil, económico es el único importante, olvidándose de que los adelantos tecnológicos son parte del anhelo del hombre por comprender el universo y con ello controlarlo. Pero si el tecnócrata del momento concentra su energía y vitalidad hacia la resolución de problemas mentalmente pragmáticos en su afán de poder, manifiesta con ello, como menciona Ortega y Gasset, una "mentalidad de masas", que por cierto, no ha aportado nada a la cultura humana.

Por otro lado, como sugiere Kuhn, la ciencia y su movimiento histórico se fundamenta en esta interacción entre el trabajo de dirección y el trabajo de ejecución. Kuhn dice que la historia de la ciencia puede entenderse en función de una hipótesis que la comunidad científica acepta como verdadera. Esta hipótesis delimita y enmarca la actividad científica por un periodo considerable, durante el cual se busca comprobar y definir más detalladamente la interpretación aceptada. En esta etapa, surge la posibilidad de aplicar estos conocimientos hacia problemas prácticos, otorgando en esta forma a la ciencia su carácter útil. En base a esto podemos definir dos niveles de utilidad en la actividad científica: Primero, el uso de la interpretación aceptada como verdadera por la comunidad científica para que dentro de este marco el científico postule sus hipótesis particulares: esto es la ciencia en general. Segundo, el uso de estos conocimientos para resolver problemas prácticos: esto es la técnica.

Por tanto, pensamos que la solución más adecuada para el desarrollo de la Bioingeniería en México radica en la interacción, a todos los niveles, de los diferentes temperamentos humanos. Es decir, la investigación en su actividad libre y desinteresada actuando como base para el aspecto práctico con miras a resolver un problema particular. Esta interacción podríamos definirla como la relación entre la Bioingeniería, la Ingeniería Biomédica y la Ingeniería Clínica.

A grandes rasgos podríamos mencionar los campos que debe cubrir fundamentalmente cada una de estas ramas:

1.— La Bioingeniería debe estudiar desde un punto de vista teórico y a todos los niveles, la fisiología del ser humano. Para ello, esta disciplina debe interactuar estrechamente con la investigación médica, bioquímica, farmacológica, que le permita establecer un cuadro teórico, desde el punto de vista biológico, para aplicar en él las ciencias exactas. Si el bioingeniero tiene la preparación suficiente, debe plantear y resolver experimentalmente las preguntas que sirvan como elementos para un estudio cuantitativo más específico. Lógicamente la investigación biológica necesita interactuar con un centro de instrumentos que pueda resolver adecuadamente las necesidades instrumentales del estudio.

2.— La Ingeniería Biomédica debe realizar investigación en instrumentación médica, en materiales médicos, en diagnóstico, elementos terapéuticos, órganos artificiales y otros elementos relacionados con la actividad médica. Para ello es necesario que este grupo interactúe estrechamente con el grupo de Bioingeniería para que pueda responder adecuadamente a cuestiones que le planteen tanto el investigador, el paciente, como el instrumento que se tiene que diseñar para medir más adecuadamente los parámetros necesarios para un diagnóstico adecuado. Por otro lado, la Ingeniería Biomédica debe tener un departamento de investigación en instrumentación, donde continuamente se diseñen nuevos circuitos e incluso, si la tecnología lo permite, circuitos integrados que se ajusten a las necesidades de medición. Esto, claro, implica también un fuerte trabajo de investigación en Física del estado sólido en relación con la electrónica.

3.— La Ingeniería Clínica debe tener una interacción estrecha con hospitales y centros de salud pero, simultáneamente debe realizar una investigación sobre teoría de sistemas y de computación que permita una mejor organización en los centros de salud. La posibilidad de una actividad interdisciplinaria de esta forma, como se ha podido ver, radica fundamentalmente en tres puntos: Investigación, Educación e Infraestructura tecnológica.

Perspectiva de la Bioingeniería en México:

Desde el punto de vista de investigación en Ingeniería Biomédica consideramos, como ya hemos mencionado, que se encuentra en estado incipiente. Es decir, se ha restringido a la actividad de investigadores aislados, que, incluso, algunos siguen todavía en período de formación. Como consecuencia, esto ha impedido el desarrollo de grupos de investigación que puedan adentrarse en los múltiples campos que la Bioingeniería ofrece. Para que la investigación biomédica sea posible es necesario el apoyo de las autoridades para la capacitación y establecimiento de personas interesadas en estos campos, así como de la instrumentación necesaria para sus estudios.

Con respecto a la educación consideramos que las licenciaturas en la Universidad Iberoamericana y en la Universidad Autónoma Metropolitana cumplen, sólo en forma poco profunda, con las bases necesarias para la formación de una verdadera estructura académica que permita abarcar todas las ramas de la Ingeniería Biomédica, y con la posibilidad de que los diferentes campos de interés puedan manifestarse adecuadamente. Aunque el programa de estudios de estas universidades está bien equilibrado, desde el punto de vista de la relación entre ingeniería y biología, prácticamente se ha dirigido fundamentalmente hacia la instrumentación y se ha considerado que la Ingeniería Biomédica es sólo una especialidad más de la Ingeniería, a semejanza de la Ingeniería de Control, Civil, etc. (10). Por otro lado, estas licenciaturas se van a enfrentar con problemas de aceptación laboral de los egresados, como ha sucedido en otros países.

Consideramos que la educación en Bioingeniería debe realizarse fundamentalmente a nivel de postgrado, una vez que se ha obtenido una licenciatura. Esta educación debe permitir la realización y desarrollo de los diversos intereses de los estudiantes para que, en cada una de las ramas pueda, adecuadamente, crearse una verdadera infraestructura académica. Para esto, es necesario que el estudiante pueda trabajar en grupos de investigación sobre el aspecto que le interesa desarrollar, así como en hospitales, centros de salud y centros de instrumentación. Sin embargo, actualmente, los grupos de investigación y de centros de instrumentación están en proceso de desarrollo, por esto es importante acelerar su evolución para que se asegure una estructura bien fundamentada de la Ingeniería Biomédica.

Con respecto a la infraestructura tecnológica, es obvio que el país carece casi totalmente de ella, y la posibilidad de crearla radica en el desarrollo de investigación en Física del estado sólido relacionada con la electrónica, así como investigación de diseño de todo tipo de circuitos para los instrumentos médicos. Esto por supuesto, también es una labor de muchos años.

Por todo esto, consideramos que la Perspectiva de la Ingeniería Biomédica en México presenta, actualmente, un panorama donde los primeros resultados que puedan obtenerse de ella, no aparecerán sino después de un largo período, pero es preferible que sea así, asegurando con ello una independencia tanto académica como tecnológica, no tomar una decisión "tercermundista" a corto plazo. donde

lo único que se logra es un desperdicio de fondos y una energía de la nación y una dependencia cada vez más intensa de países extranjeros. Un gran paso en este sentido ha sido la fundación de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica que tiene precisamente esos objetivos.

Con este panorama no se intenta tomar una posición pesimista con respecto al desarrollo de la Bioingeniería, sino establecer que el problema no es simple y que su solución implica un esfuerzo sostenido y necesita para su establecimiento un período de varios años. Esperamos que este symposio represente un acontecimiento importante para esta estructuración de la Ingeniería Biomédica.

REFERENCIAS:

1. Norbert Wiener: *Cybernetics: or Control And Communication in the Animal and the Machine*. The M.E.T. Press, Cambridge, Massachusetts 1948.
2. *Memorias del Congreso Internacional de Cibernética*, Namur, Bélgica 1956.
3. Ismael Espinoza; *Panorama de la Bioingeniería*. *Memorias I Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería* 1975.
4. J. Rose. *La revolución cibernética*. Fondo de Cultura Económica, México, 1978.
5. H.R. Weed M.D. Schwarts and F.M. Long. *A survey of Biomedical Engineering Education* IEE Trans. Biom. Eng. Vol. 22, 119-124, 1975.
6. H.R. Weed. *Biomedical Engineering Practice or Research* IEE Trans Biom. Eng. Vol. 22, 110-114, 1975.
7. Ortega y Gasset: "Meditación de la Técnica" Editorial Arquero, Madrid, 7º. ed. 1977.
8. Oswald Spengler: *El hombre y la técnica*, Editorial Austral, Madrid, 1947.
9. T. Kuhn "Las revoluciones científicas" F.C.E. México, 1970.
10. Michael Lindig. *La Ingeniería Biomédica en la UAM*. *Rev. Ingeniería*, 1976. Vol. Enero-Marzo.

IV

Ponencia presentada por el Maestro en Ciencias
Fernando Berdichevsky.
Universidad Autónoma Metropolitana.
Unidad Iztapalapa.
Investigador y Profesor
en Ingeniería Biomédica.

INTRODUCCION

La Ingeniería Biomédica es, por su esencia y definición, un campo interdisciplinario en el que se dan cita las herramientas, puntos de vista y concepción ingenieriles de las situaciones y problemas del mundo físico con el campo de estudio tradicional y, hasta hace poco, exclusivo, de las Ciencias Biológicas y la Medicina, es decir el de los organismos vivos. Los problemas planteados por los mismos son de difícil solución y requieren, por tanto, del concurso de diversos especialistas. La interacción de estos especialistas para el logro de los objetivos deseados, se realizará de manera óptima, en el marco de equipos de trabajo interdisciplinarios, bien sea dentro de instituciones hospitalarias, universitarias, de investigación o industriales.

LA INGENIERIA BIOMEDICA EN LA UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA.— UNIDAD IZTAPALAPA.

Uno de los objetivos fundamentales de la creación de la Universidad Autónoma Metropolitana fue fomentar el desarrollo, en México, de ciertos campos de conocimiento que, debido a su carácter interdisciplinario habían tenido poco desenvolvimiento en nuestro país. La planeación y organización de la Universidad Autónoma Metropolitana respondió, en gran medida, a este objetivo, buscando facilitar el intercambio de ideas a través de una estructura departamental que permitiera la colaboración interdisciplinaria, tanto a nivel de docencia como de investigación.

La Ingeniería Biomédica fue uno de estos campos interdisciplinarios que, debido a su trascendencia, se incluyó dentro de los planes de desarrollo de la Universidad Metropolitana.

Después de transcurridos cuatro años desde el inicio del programa de Ingeniería Biomédica en el Departamento de Ingeniería, Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, este campo ha tomado solidez y ha cristalizado en la constitución de un equipo de docencia—investigación integrado por 12 personas.

El estado actual de la Ingeniería Biomédica en nuestra institución puede resumirse en los siguientes puntos:

- El plan de estudios de la Licenciatura de Ingeniería Biomédica ha evolucionado hasta un punto en que, creemos, responde a las necesidades del mercado de trabajo nacional.
- El establecimiento de contactos con algunas de las principales instituciones responsables de los servicios de salud en México.
- El constante desarrollo de proyectos de investigación interdisciplinarios relacionados, fundamentalmente, con instrumentación biomédicas.
- La planeación, casi completa, de un programa de Maestría en Ingeniería Biomédica.

CAMPOS DE ACCION DE LA INGENIERIA BIOMEDICA EN LA UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA.— UNIDAD IZTAPALAPA.

Al iniciarse las actividades relacionadas con la Ingeniería Biomédica en la Universidad Autónoma Metropolitana.— Unidad Iztapalapa, una de las metas originales y primordiales fue definir el área o áreas prioritarias de trabajo, entre las múltiples posibilidades existentes, como son:

- Instrumentación Médica.
- Biomecánica y Biomateriales.
- Ingeniería Clínica y Hospitalaria
- Aplicación de computadoras en Medicina y procesamiento digital de imágenes y señales biomédicas.
- Aplicación de radioisótopos y radiaciones en Medicina y Biología.

Como resultado de esta definición se fijarían los objetivos de la docencia en la licenciatura en Ingeniería Biomédica, las áreas y proyectos de investigación y, en general, la dirección de crecimiento de nuestras actividades. Los factores que determinaron la decisión final fueron de diversa índole, sobre todo:

- Las prioridades y necesidades del país.
- Las necesidades y exigencias del mercado de trabajo

para los futuros egresados de la licenciatura en Ingeniería Biomédica.

- Los recursos humanos disponibles para la integración del personal docente y de investigación

Después de considerar detenidamente los factores anteriores, se llegó a la conclusión que la dirección prioritaria para el desarrollo de las actividades de docencia—investigación debería ser la de la instrumentación electrónica en Medicina y su repercusión en el medio clínico.

En vista de lo anterior, nuestras actividades se han polarizado en dirección a la instrumentación electrónica, aunque hay cierta diversificación, fundamentalmente hacia la computación médica y la aplicación de la Ingeniería de Sistemas en Medicina.

LA INVESTIGACION EN INGENIERIA BIOMEDICA EN LA UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA.— UNIDAD IZTAPALAPA.

La evolución de los programas y proyectos de investigación en Ingeniería Biomédica, dentro de nuestra institución, se ha visto condicionada al avance y satisfacción de las necesidades docentes de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica. La Universidad Autónoma Metropolitana cuenta, únicamente, con personal académico cuya responsabilidad fundamental es la docencia. Cuando menos hasta el momento, el profesorado ha dedicado gran parte de su tiempo y esfuerzo al desarrollo de los programas docentes de la licenciatura considerando, sobre todo, que fue necesario empezar desde las bases.

A pesar de lo anterior, en el transcurso de los cuatro años de labores relacionadas con la Ingeniería Biomédica se han desarrollado y se están desarrollando diversos proyectos de investigación, que serán descritos más adelante. La realización de estos proyectos tiene como consideraciones fundamentales las siguientes:

- La aplicabilidad y trascendencia que puedan tener en nuestro medio.
- La necesidad de formar investigadores capaces, en Ingeniería Biomédica.

En lo referente al punto a) se ha buscado establecer contactos con las instituciones que, en última instancia, serán las encargadas de aplicar la técnica o instrumentación desarrolladas. En lo referente al punto b), éste se ha enfocado en dos niveles: la formación de grupos de investigación que reúnan en su seno, personal académico con diferentes niveles de experiencia en estas actividades y la integración en los grupos de investigación de los estudiantes más avanzados de la licenciatura que tengan inclinación y aptitudes en este sentido. Por otra parte, las actividades de investigación en Ingeniería Biomédica recibirán un impulso importante al establecer formalmente la Maestría en Ingeniería Biomédica. Uno de los puntos cardinales en este programa de maestría, es el desarrollo, por parte del alumno, de su proyecto de investigación supervisado por el profesor del área de Ingeniería Biomédica.

PROYECTOS DE INVESTIGACION EN INGENIERIA BIOMEDICA EN LA UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA.— UNIDAD IZTAPALAPA.

A continuación presentamos una breve descripción de los proyectos de investigación que se han desarrollado o lo

están haciendo dentro del área de Ingeniería Biomédica del Departamento de Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana.— Unidad Iztapalapa. Se incluyen, además, los nombres de los colaboradores en cada proyecto así como el estado actual de avance de los mismos.

- 1) Vectocardiografía Tridimensional (Ing. Miguel Lindig, Doctores Bonfiglio Muñoz y Christopher Cutler).— Se ha buscado desarrollar una técnica que permita obtener una representación tridimensional del vectocardiograma a través de su proyección en tres planos mutuamente perpendiculares. De esta manera, se pretende obtener mayor información, con valor clínico, a partir de los potenciales eléctricos resultantes de la actividad cardíaca. La obtención de ciertos índices o parámetros, calculables a partir de la trayectoria del vector eléctrico cardíaco e independiente de los ejes de referencia y de variables fisiológicas, tales como la localización y posición exactas del corazón, la constitución física del individuo, etc., permitirá determinar de manera sencilla y objetiva, alteraciones en el funcionamiento normal del miocardio.
Etapa de desarrollo: la instrumentación y técnica de medición se encuentran listas para ser sometidas a pruebas clínicas.
- 2) Contador de partículas biológicas acoplado a un microprocesador (Ing. Miguel Cadena y Luis Hernández, Dr. Christopher Cutler y alumno Ricardo Paulin).— El proyecto está encaminado al diseño y construcción de un contador de partículas biológicas (especialmente células sanguíneas) basado en el principio impedancimétrico tradicional. En el diseño se ha buscado eliminar la necesidad de utilizar medios dilutores especiales, así como simplificar el proceso de calibración, tendiendo a automatizar el funcionamiento. El acoplamiento con el microprocesador permite obtener, de manera automática, el histograma correspondiente a la distribución de los volúmenes celulares.
Etapa de desarrollo: El prototipo está prácticamente terminado y falta someterlo a pruebas, en el ambiente clínico.
- 3) Optimización del régimen de dosis individualizadas (Maestro en Ciencias Ernesto Mercado, Dr. Bonfiglio Muñoz y alumnos Pablo Luengas y Mónica Montoya).— Se busca formular un modelo matemático que permita predecir y cuantificar las concentraciones sanguíneas de fármacos diversos para poder, así, optimizar la dosificación de los mismos. La trascendencia de este modelo se manifiesta, sobre todo, en el caso de los fármacos para los que la región que separa las concentraciones tóxicas de las terapéuticas es relativamente estrecha y permitirá eliminar el empirismo reinante en el ajuste de la dosificación de estos medicamentos.
Etapa de desarrollo: Los modelos matemáticos y las técnicas de optimización se encuentran definidos falta someterlos a las pruebas clínicas.
- 4) Dispositivo de lectura para ciegos por medio de codificación y síntesis de voz en microcomputadora (Maestro en Ciencias Fernando Berdichevsky, Doctor Christopher Cutler y becario Gerardo Murillo).— El objetivo del proyecto es el desarrollo de un dispositivo barato que permita a los invidentes tener acceso a la información escrita. La idea fundamental es la de obviar el reconocimiento de patrones tanto por parte del aparato como por parte del invidente. Para ello se optó por codificar la información escrita y grabarla en un cassette de audio ordinario. El dispositivo de síntesis, controlado por una microcomputadora, se encarga de producir sonidos que emulan la voz humana y de recitar el texto codificado.
Etapa de desarrollo: Actualmente se están escribiendo los programas de microcomputadora que controlarán la operación del sintetizador de voz.
- 5) Mecanismos de adaptación a la altitud (Doctores Bonfiglio Muñoz, Ramón González y Salvador Carrasco).— Se busca analizar y dilucidar los mecanismos fisiológicos a través de los cuales se manifiesta la adaptación del cuerpo humano a la vida en altitudes, por encima de los 2000 metros sobre el nivel del mar.
Etapa de desarrollo: El proyecto se haya detenido en espera del equipo de pruebas funcionales cardiorespiratorias.
- 6) Diagnóstico médico por medio de microcomputadoras (Dr. Christopher Cutler y alumno Jesús Mondragón).— Se ha buscado aprovechar la accesibilidad de los sistemas de microcómputo para el desarrollo de programas, que permitan aplicar el método Bayesiano en el diagnóstico de enfermedades relacionadas con especialidades médicas concretas.
Etapa de desarrollo: Los programas que permiten diagnosticar afecciones específicas se han concluido. El sistema se encuentra en proceso de pruebas clínicas.
- 7) Promediador digital de señales biológicas (Físico Leonardo Nicola, Ingeniero Miguel Lindig y becario Mario Ramón Ramírez).— Se ha buscado diseñar y construir un promedio de señales biológicas con tiempo de adquisición de datos muy corto (del orden de 10 seg.). El promediador permitirá registrar fenómenos rápidos que tienen lugar al inicio del potencial de acción de ciertas fibras musculares.
Etapa de desarrollo: El prototipo del promediador ha sido concluido. Están por iniciarse las pruebas en el registro de potenciales de acción.
- 8) Determinación de la fracción de eyección cardíaca por medio de técnicas centellográficas (Ingeniero Enrique Hernández M., Doctor Roberto Maass del Hospital 20 de Noviembre ISSSTE y alumno Jorge García).— Se ha buscado diseñar y construir un disparador electrónico sincronizado con la onda R del electrocardiograma que, al ser acoplado a una cámara de Anger, permita calcular la fracción de eyección cardíaca por medio de técnicas centellográficas.
Etapa de desarrollo: El proyecto se ha concluido y el dispositivo se haya en uso en el Departamento de Medicina Nuclear del Hospital 20 de Noviembre del ISSSTE.
- 9) Filtrado digital programable para señales biológicas (Ingeniero Miguel Lindig). El proyecto está encaminado hacia el diseño y construcción de un filtro digital programable que permita variar, de manera sencilla, las frecuencias de corte y que goce de gran estabilidad. La aplicación que motivó el presente proyecto fue la de detectar la actividad eléctrica cardíaca fetal para lo que se requiere un filtro con

características cercanas a las ideales. Esta necesidad dictó el uso de las técnicas digitales en vez de las analógicas.

Etapas de desarrollo: El prototipo del filtro ha sido diseñado y construido y está por someterse a prueba bajo condiciones clínicas.

- 10) Anestesia-Iontoforesis (Doctores Bonfiglio Muñoz, Salvador Carrasco y Christopher Cutler).— Se busca el desarrollo de las técnicas e instrumentación necesaria para la aplicación de la Iontoforesis como medio no invasivo de anestesia local.

Etapas de desarrollo: Se ha comenzado a probar la efectividad de esta técnica en función de variables tales como: localización de los electrodos, nivel de corriente, etc.

- 11) Detector de apnea por impedancimetría (Maestro en Ciencias Fernando Berdichevsky y alumna Teófila Cadena).— El proyecto está encaminado hacia el diseño y construcción de un dispositivo para el monitor respiratorio basado en el principio impedancimétrico.

Etapas de desarrollo: El proyecto se encuentra en su fase inicial.

CONCLUSIONES:

Se ha tratado de presentar el panorama general de la Ingeniería Biomédica en el Departamento de Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana.— Unidad Iztapalapa, enfocando la discusión hacia las actividades de investigación.

Confiamos continuar nuestra labor para contribuir así, a la solución de los problemas nacionales en esta área, así como la formación de recursos humanos capacitados para extender y diversificar nuestros esfuerzos.

MESA REDONDA

COORDINADOR: Dr. Bonfiglio Muñoz Bojalil.

Dr. Muñoz: En realidad debería estar, en este lugar, el Dr. César González, pero está fuera del Distrito Federal, y me pidió que lo hiciera. Escuchamos la presentación correspondiente a cada uno de los ponentes.

Parece lógico, que después de haber oído las ponencias de los representantes de las instituciones educativas del país sobre los proyectos de investigación, crear un organismo que coordine los esfuerzos, sea razonable. Organismo que celebrara juntas periódicamente, digamos cada semestre, donde se presentaran las tesis o los proyectos de investigación de todas las instituciones y de esta manera se evitara duplicidad de esfuerzos.

Por otro lado, me parece importante también el problema de la industrialización de los equipos médicos. ¿Cómo se puede efectuar esa industrialización? Los Ingenieros Biomédicos pueden, en un momento dado, captar los intereses del médico que genera los problemas en este campo y si están bien preparados en electrónica pueden diseñar un equipo, o si no acudir a un Ingeniero Electrónico más capacitado para dar solución al problema que se plantea. Lo que definitivamente no puede hacer, es diseñar la producción en línea. Creo que en México en la mayoría de las instituciones, de las que ya se habló, existe también la carrera de Ingeniero Industrial. El Ingeniero Industrial se puede dedicar, una vez hecho el prototipo, a

elaborar, como una tesis, la industrialización del producto, estudiar la factibilidad de industrialización, la que se podría ofrecer a cualquier industrial que estuviera interesado, quien a su vez la pondría al servicio del médico. Esta me parece otra alternativa a la solución que nos propuso el Doctor Remolina. ¿Existe algún comentario o pregunta sobre los puntos que se han planteado?

Juvenio Monroy: Trabajo como investigador en la Universidad Autónoma de Puebla, y como respuesta a los objetivos de este seminario, de dar a conocer qué se está haciendo en Ingeniería Biomédica, me permito mencionar que nuestro trabajo tiene sus orígenes en el grupo que ha formado el Doctor Remolina en el Centro de Investigación del Politécnico; este trabajo es sobre conductores. Surgió como una necesidad que se da en todas las personas cuando pretenden realizar algo. Con el Doctor Remolina surgió la idea de fabricar semiconductores para los aparatos, específicamente para la Unidad de Cuidados Intensivos.

Dadas las limitaciones que existían en espacio, tiempo, en fin, este proyecto sirvió como semilla, y cuando nosotros finalizamos nuestra preparación, al lado del Doctor Remolina, otros compañeros egresados un año antes que nosotros, propusieron este proyecto a la Universidad Autónoma de Puebla. Interés bastante, dada la necesidad y el hueco que existe, como ya lo recalca el Doctor Remolina, no hay una estructura abajo que sostenga la actividad de investigación. No podemos pensar que se pudiera, en forma razonable, suponer que en México estamos desarrollando aparatos electrónicos. Aún cuando estos se diseñaran aquí, sabemos de antemano que una gran parte de los componentes que se emplean son importados. Consideramos que nuestro grupo de trabajo en Puebla, está realizando una labor que llena un hueco. Ahora nuestra labor tiene algo en común y a la vez algo de no común. En México existen aproximadamente quizá cuatro o cinco lugares donde se están haciendo semiconductores, y lo que estamos haciendo, prácticamente no es nada nuevo. No estamos descubriendo el hilo negro, quizá la única diferencia que existe con las otras instituciones que están realizando investigación en semiconductores, es que nosotros hemos diseñado un instrumental que tradicionalmente se compra, y como consecuencia de esta actividad, el costo del montaje de esa Unidad de semiconductores alcanza, creo, un 20% del costo que tendría si todo el instrumental se hubiera comprado. Esto ha creado algo que puede tener una consecuencia mayor, porque consideramos que lo que estamos haciendo de alguna forma, constituye una modesta aportación y soluciona una necesidad que existe en nuestro país. Entre los objetivos que hemos tratado de cubrir con esta unidad de semiconductores está conseguir la materia prima para hacer en todos sus renglones, y ahora, tenemos prácticamente un año con el proyecto. Puede decirse que tiene un desarrollo general de un 80% y antes de que concluya este año estaremos ya, haciendo nuestros primeros dispositivos en semiconductores. Queda pues, para conocimiento de ustedes.

Sr. Alfredo Ugalde: Trabajo para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, soy Jefe del Área de Electrónica en la Dirección de Desarrollo Tecnológico. Mi intención obedece principalmente a dos cuestiones: La primera de ellas es informar a ustedes que la Dirección de Desarrollo Tecnológico está tomando cartas en el asunto

respecto a la problemática que ha suscitado aquí y a las personas que están desarrollando tecnología en el país. Está trabajando en la elaboración de un boletín de enlace entre los demandantes de la tecnología y las personas que la están desarrollando. El segundo punto es en cierta forma una pregunta al Doctor Remolina ¿No piensa él que el hecho de que las personas que han trabajado como investigadores en el Politécnico o en el Centro de Estudios Avanzados se dediquen a industrializar los productos que han desarrollado indicaría una pérdida de un buen investigador, y la ganancia de un mal administrador?

Ing. Enrique Villareal: Me he visto en la necesidad de participar, con lo que modestamente hemos hecho en la Universidad de Electroquímica de la Facultad de Química, en virtud de que no se ha hablado nada de lo que se hace en la Universidad Autónoma de México. Es verdad que no contamos con la carrera de Ingeniería Biomédica en este momento, pero sí se trabajan muchas cuestiones de Ingeniería Biomédica en diversas dependencias de la Institución.

Quiero describirles muy brevemente las cuestiones que nosotros hemos hecho. Quiero hacerles una mención especial del hecho de que cada vez que se habla de Ingeniería Biomédica o Bioingeniería, se limita casi siempre a hacer mención del ámbito médico, y muchas veces se deja de lado la existencia de otros seres vivos tan importantes como los vegetales... En este sentido, uno de los trabajos más antiguos fue el que iniciamos hace aproximadamente 15 años, trabajando en la estructuración de sistemas electroquímicos. Nos ha dado magnífico resultado en el proceso de crecimiento vegetal. Hemos podido acelerar por electroquímica los procesos osmóticos en la raíz de varios vegetales, y hemos logrado acelerar su crecimiento y en consecuencia su proceso metabólico. Hemos hecho unas pruebas de resección de tumores en vegetales también por métodos electrosmóticos. Dentro de los primeros proyectos que se realizaron se sintetizó una neurona electroquímica que simula el comportamiento de la membrana protoplásmica de la neurona del calamar. Los problemas de respuesta de umbral, en las neuronas, los hemos logrado por métodos electroquímicos a base de sintetizar neuronas que pueden hacerse físicamente casi de cualquier tamaño. No se trata en este caso de competir con la física en el estado sólido, ni de sustituir, ni nada por el estilo, pero sí se ha logrado hacer síntesis de neuronas por vía electroquímica, que eventualmente pueden utilizarse para la síntesis de cadenas neuronales y sistemas analógicos. Otro de los aspectos que nos ha interesado mucho, es el desarrollo de celdas biogalvánicas para integrarlas al organismo, con el fin de suministrar energía para integrarlas al organismo, con el fin de suministrar energía para marcapasos y sistemas de desfibración. Creo que uno de los problemas serios que ha existido siempre es el hecho de que una persona se encuentre en fibrilación por un infarto. Casi siempre muere antes de llegar a la Unidad de Cuidados Intensivos porque no hay posibilidad de desfibrilarlo rápidamente. Entonces, a nosotros nos ha parecido interesante estudiar este problema, sobre todo cuando se suministra la energía necesaria. Desde el punto de vista interno, sobre el corazón, se necesita una energía mucho menor que cuando se aplica al desfibrilador desde afuera. Hemos estado trabajando en pilas biogalvánicas, alimentadas con los mismos electrolitos del organismo, y nos ha dado buen resultado. También, a propósito de los electrodos, hemos logrado substituir los de vidrio en una medición del pH

por ejemplo, usando lo que hemos denominado electrodo inverso de hidrógeno; nos ha dado magníficos resultados. Estos no tienen los problemas de envenenamiento con los sistemas proteicos, habituales de los electrodos de vidrio, y además se pueden constituir de cualquier manera.

Otra cuestión que nos ha interesado es entrar en otros ámbitos como es el estudio de las propiedades de los electrolitos en el organismo desde el punto de vista físico-químico, y hemos desarrollado un pequeño aparato que hemos llamado Tensiómetro de Placa, que nos permite determinar tensiones superficiales o interfaciales en líquidos del organismo con apenas una gota de líquido, a diferencia de los sistemas más complejos.

Ing. Miguel Lindig: Parece que, como consecuencia de lo que se dijo de la investigación Biomédica, hace falta un mecanismo que permita la evaluación clínica de los resultados que se obtengan en la investigación, particularmente si son orientados a resoluciones tecnológicas de problemas clínicos. Hasta donde yo sé, no existe una estructura que permita obtener tal evaluación y más que eso obtener un conocimiento a nivel nacional de la efectividad de un método o de un equipo. Me parece que eso es necesario, no nada más para aumentar la seriedad de la investigación en sí, sino inclusive para dar una base a un posible fabricante para que se anime a realizar comercialmente un equipo.

Dr. Francisco Casillas: Voy a tratar de completar lo que acaba de mencionar el Ingeniero Lindig. En la Universidad La Salle, la Escuela de Medicina es una carrera reciente, tiene apenas 4 a 6 años de funcionamiento, la carrera es joven y tratamos de colaborar en el Programa Nacional de Salud, específicamente en lo que se refiere a Ingeniería. Por esto el Doctor Carlos Alcocer, Director de la Escuela de Medicina, en colaboración con el Doctor Manuel Oría, también de la misma escuela, han diseñado un tipo de módulo de enseñanza, donde resulta muy importante un Laboratorio multidisciplinario que cursan obligatoriamente todos los alumnos por un periodo mínimo de dos años. Posteriormente en forma voluntaria, y donde reciben el apoyo y la colaboración de los catedráticos de la Escuela, así como de otras instituciones de salud. Podemos mencionar al Doctor Federico Chávez Peón, entre otros. Este plan multidisciplinario reúne todas las áreas de la Medicina, con diferentes proyectos de investigación.

Mi intervención en esta ocasión es única y exclusivamente para hacer una invitación a todos ustedes, a todas las autoridades a colaborar, sobre todo en este punto, para tratar de establecer relaciones bilaterales o multilaterales en el plan médico, y en el plan de investigación.

Dr. Joseph Anthony Rangel: Trabajo en el Hospital del Niño del Sistema del Desarrollo Integral de la Familia (DIF). Acerca de los trabajos que he escuchado el día de hoy, parece que es de suma importancia tener un medio por donde se difundan, entre todos aquellos que estamos interesados en la construcción de equipo médico, los logros y las tecnologías que se han desarrollado en cada una de las diferentes instituciones. Por ejemplo, uno de los problemas con que nos hemos enfrentado ha sido la cuestión de los traductores para la medición del pH de los electrodos. Estoy escuchando que aquí, en México, se está desarrollando un nuevo sistema para tomar dichas mediciones, entonces si pudiese ayudar una Institución a otra para un mejor desarrollo de esos equipos, debía involucrarse, ya sea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

o la Sociedad de Ingeniería Biomédica, para tener una revista de difusión interna y poder tener al alcance la tecnología propia que se está desarrollando en nuestro país.

Ing. Jorge Villalobos: Quisiera hacer una pregunta ¿Porqué siempre en las exposiciones se habló particular y preferentemente de la electrónica? Yo quisiera saber por qué no se ha buscado investigar en otras ramas de la Ingeniería, como son la mecánica, específicamente en la refrigeración, la criogenia tiene mucha aplicación en la solución de problemas médicos muy específicos, se usa bastante en México, y todo el equipo es de importación.

Doctor Joaquín Remolina: Creo que una buena parte de lo que pudiera contestar hoy, se va a tratar en las sesiones venideras, en las que va a haber intervención de personajes conectados con la industria, con las instituciones dedicadas a dar apoyo, etc. Sin embargo, puedo adelantar una cosa breve, la primera es que, estar aquí ante ustedes tiene dos propósitos, uno es muy natural de gratificar el ego, platicando lo que el grupo de uno está haciendo, y el otro, también tratar de enterarnos de cuáles son las sugerencias, los consejos, las opiniones que pueden ustedes derivar de un punto de vista diferente al propio, con la idea de tratar, no necesariamente de obedecerlos en sus sugerencias, pero sí de incorporar lo que sea aprovechable de ellas a nuestra actuación. Ahora, en lo que toca al uso que se está haciendo de nuestras personas formadas, ya he dejado traducir un poquito con lo que he dicho, que se esperan cosas muy diferentes de cada uno de nuestros candidatos. En otras palabras, nuestro punto de arranque es que nosotros no estamos ofreciendo un molde rígido al que se tiene que conformar el candidato, de tal modo que si está muy narigón le cortamos lo que le sobra de nariz, si está chatito, se la estiramos para que quepa en el molde, no en realidad lo que buscamos a nuestros candidatos es que coincidan en el propósito general, que compartan un idealismo fuertemente proyectado hacia la realidad. Eso es lo que les pedimos. Nos pasa lo mismo que a los que laboran en medicina, como ustedes saben en medicina hay lugar para casi todo tipo de gente, por ejemplo, si uno estudió medicina y se encuentra con que en realidad tiene espíritu de hotelero, no hay problema, pone un sanatorio, entonces puede uno tener un hotel de gran lujo. Si, por ejemplo, lo que le agrada es la moda y la confección, pues se puede dedicar a cirujano. Si le gusta la carpintería, el manejo de serrotes, pues ya todos ustedes saben que especialidad lo justifica. Si le gusta quemarse los dedos con los cautines, y andar pegando alambritos, pues puede tener un fin trágico como el del presente, y así sucesivamente. Entonces vemos en nuestro estudiantes dentro de qué capacidad pueden dar mejor rendimiento. Hay del tipo académico, dado a la reclusión, a la profundización de sus conocimientos y a la tendencia de transmitirlos. A ése nos gusta retenerlo como profesor de base. Al individuo agresivo, que llega con ideas inmediatas de provecho material, con la idea de ver multiplicados sus bienes y ver las cosas que se multipliquen ante su paso, a ése queremos darle la oportunidad que se establezca como fabricante, y ahí está donde se aplica a su modo de ser. Por eso es por lo que, en un momento dado, no nos apura mucho, no esperamos ni que todos nuestros estudiantes salgan investigadores-diseñadores, ni que todos nuestros estudiantes salgan físicos teóricos, ni fabricantes, simplemente lo que queremos es que quien tiene toda la hechura necesaria para ser fabricante, tenga nuestro apoyo.

Respecto a la segunda pregunta de por qué en general se pone tanto énfasis en dedicarse a la electrónica, bueno, creo que en parte es natural por los grandes adelantos que ha tenido esta rama, pero aún en el caso de nuestro grupo que no tiene mucha flexibilidad ni muchos alcances, atacamos también aspectos de tipo mecánico, en lo que se refiere al aspecto de los semiconductores. Se atacó al diseño de construcción de hornos, de instrumental, alto

vacio, de dispositivos fotográficos, etc., así es que, insisto, creó que en muchos casos lo importante es, no tanto los medios que se usen, que se seguirán adaptando a las circunstancias, sino la meta que se haya escogido.

Dr. Muñoz Bojalil: yo quisiera preguntarle en especial al Ingeniero Esteban López Bracho, qué cantidad de investigadores se han formado en Bioingeniería si es que tiene el dato, cuántos están trabajando, cuáles son las áreas y si los están formando o los están capacitando, o si es lo mismo, formación y capacitación.

Ing. Esteban López Bracho: Actualmente, aparte del Maestro en Ciencias Rolando Lara, conozco al Maestro en Ciencias Ismael Espinoza, ambos egresados de la Facultad de Ingeniería y que han realizado investigación en Ingeniería Biomédica. El Maestro Rolando Lara tiene a su cargo dos personas más, dos ingenieros, que también harán una maestría, y unos 5 tesisistas, que trabajan en Ingeniería Biomédica.

Dr. Bonfiglio Muñoz: Vamos a hacer la pregunta de manera general a los ponentes: ¿formación y capacitación es lo mismo en cuanto a investigación o son cosas diferentes?

Dr. Humberto Rebolledo: Definitivamente no es lo mismo, la formación de un investigador no empieza cuando termina la carrera o cuando ya tiene los conocimientos suficientes, la formación de un investigador comienza, opino, desde muchísimo antes, desde el momento en que su vocación queda definida y he ahí una de las partes donde debe entrar la organización. Una de las funciones de la organización en la investigación, debería ser la formación de investigadores, antes de llevarlos a capacitar.

La capacitación podría ser darle los conocimientos, darle las facilidades, pero la formación del investigador va desde mucho antes, desde la vocación, el talento y la creatividad, que son cosas de formación.

M. en C. Fernando Berdichevsky: Respecto a la pregunta del Doctor Muñoz, pienso que la palabra formación tiene mucho que ver con una actitud hacia la investigación, esta formación es una cosa que se tiene que ir madurando en las personas, una actitud inquisitiva, una actitud que le permita no cejar en un esfuerzo determinado. Creo que el mecanismo prácticamente indispensable para formar investigadores es la convivencia con gente que tiene más horas de vuelo al respecto. Pienso que en el caso especial de la Ingeniería Biomédica esta convivencia debería darse a nivel de centros que si se adjudican el nombre de interdisciplinarios, verdaderamente, cumplirán con esa característica; centros en los que convivirán investigadores e investigadores potenciales que provinieran de diversas ramas, para que de esa convivencia se pudieran generar investigadores verdaderamente capaces, esto es lo que se llama capacitación. La capacitación está relacionada con la adquisición de conocimientos que va aparejada con algún estudio de postgrado, hacia el Doctorado.

Dr. Joaquín Remolina: Como adelantaba en mi comunicación, creo que hay dos cosas muy diferentes en cuanto a preparar a un individuo para enfrentarse a las necesidades de un grupo social. La primera es hacer a ese individuo bien conciente de las metas a alcanzar, respetar en él sus tendencias naturales hacia la creatividad, la industriiosidad, el estudio, y después señalarle, y sobre todo tratar de capacitarlo, es decir prepararlo para todas las eventualidades de la vida, para capacitarse constantemente en las situaciones a las que va a enfrentarse.

En otras palabras, creo que uno de los problemas más serios que tiene el sistema de enseñanza típico en nuestro medio, es que acaba por convencer al alumno de que necesita saber todo lo que hay que saber antes de emprender el más ligero ataque a los problemas reales. Aparte de eso, le hace sentir que las cosas se adquieren mediante cursos formales, a partir de un señor muy serio, que dice

las cosas con mucha firmeza. El resultado típico es éste: nuestro estudiante clásico tiene sus capacidades de iniciativa notablemente averiadas lo que alguna gente llama "sentido común" o "esfuerzo autodidáctico". Es normal que algún alumno nos diga: No, si yo no estudié circuitos integrados en electrónica, todavía no se conocían cuando a mí me tocaron. Consecuentemente organicé un curso de circuitos integrados. Cada día van a estar saliendo nuevas

cosas en el campo de la Ingeniería, en el campo de la medicina, en todos los campos de la vida, y no por eso vamos a tener que estar regresando cada día a tomar el curso completo de todas las cosas que existen. Entonces, insisto, lo que me parece que habitualmente se desperdicia un poco en la formación del estudiante, es fomentar su capacidad autodidáctica de retener sus capacidades originales de creatividad, de curiosidad y de agresividad.

PONENCIAS INDIVIDUALES

I

"ESTUDIOS SOBRE EL MERCADO NACIONAL DE EQUIPO BIOMEDICO"

Ponencia presentada por el Ing. Mario Triana.
Nacional Financiera, S.A.
Jefe del Proyecto del Sector de Electrónica Profesional
Gerencia de Programación.

LISTA DE PRODUCTOS POR FUNCION.

	DEMANDA		
	Baja	Mediana	Alta
A.— Instrumentos de análisis para laboratorio			
Espectrofotómetros para análisis de sangre y orina			F
Espectrofluorímetros	F		
Calorímetros		F	
Cromatógrafos de gases			F
Cromatógrafos de líquidos	F		
Espectrómetro de masas	F		
Medidores de pH para uso médico		F	
Analizadores de nitrógeno en la sangre		F	
Analizadores de glucosa	F		
Analizadores Orsat	F		
Contadores automáticos de glóbulos rojos	F		
Microscopios electrónicos		F	
B.— Instrumentos para diagnóstico			
Medidores electrónicos de presión de la sangre		F	
Audiómetros (probadores de capacidad auditiva)			F
Electrocardiógrafos (portátiles o estacionarios)			F
Electromiógrafos			F
Fonocardiógrafos	F		
Cardiotacógrafos	F		
Electroencefalógrafos			F
Ecoencefalógrafos	F		
Electronistagmógrafos	F		
Analizadores del funcionamiento pulmonar			F
Pletismógrafos	F		
Aparatos para medir la saturación de oxígeno en las arterias	F		
Equipo de Rayos X para diagnóstico (dental, quirúrgico, etc.)			F
Sistemas de intensificación de imagen fluoroscópica para observación en TV		F	
Examinadores ultrasónicos		F	
Examinadores de radio-isótopos	F		
Contadores de destello gamma	F		
Contadores de cuerpo entero	F		
Analizadores de amplitud de pulso	F		
C.— Equipo para vigilancia de pacientes			
Monitores cardíacos			F
Monitores de funcionamiento pulmonar	F		
Unidades de cuidado intensivo fetal/prenatal		F	
Vigilancia Coronaria			F
Estaciones centrales para vigilancia de pacientes		F	
Sistemas de vigilancia de pacientes (portátiles)			F

D.— Equipo quirúrgico y terapéutico

Desfibriladores
 Marcapasos
 Aparatos de diatermia de onda corta
 Ayuda para la audición
 Equipo de fisioterapia ultrasónico
 Equipo de Rayos X para terapia
 Instrumentos de medición de dosis radioactivas
 Equipo electroquirúrgico

E.— Computadoras para usos médicos

Sistemas para computadoras de diagnóstico
 Sistemas para computadoras de registros
 Programas para computadoras de análisis de electrocardiogramas

DEMANDA

Baja	Media	Alta
		F
		F
		F
		F
F		
	F	
F		
		F
F		
F		
F		

En las hojas anteriores aparece una lista de una serie de equipos electromédicos que ha sido separada en cinco grandes grupos, que son:

- Instrumentos de análisis para laboratorio
- Instrumentos para diagnóstico
- Equipo para vigilancia de pacientes
- Equipo quirúrgico y terapéutico
- Computadoras para usos médicos

Se indica un pronóstico de la demanda futura de estos equipos, cuando fue posible determinarla, la letra F significa que, en función de las actuales condiciones, esta demanda será cubierta por medio de Importaciones.

Es muy importante hacer notar que esta lista de ninguna manera incluye todos los equipos electrobiomédicos, ya que al ser un estudio del sector instrumentación biomédica, parte de un estudio global del sector de electrónica de bienes de capital en México, realizando conjuntamente por NAFINSA-ONUDI. Fue imposible llegar a una profundidad mayor en lo que se refiere a la lista de productos.

ANTECEDENTES

La modernización en los tratamientos y las facilidades en la investigación médica, así como la expansión de la red mexicana de seguridad social durante la última década, han provocado un crecimiento en el mercado de equipo biomédico electrónico.

En este sector, México depende exclusivamente de las importaciones. Sin embargo, se tiene noticias que en el último año, dos fabricantes locales han empezado la fabricación de este tipo de equipos, uno ensamblando equipos de Rayos X, con licencia de una compañía francesa y el otro, ensamblando electrocardiógrafos. Es interesante resaltar el hecho de que los equipos de Rayos X son uno de los equipos de mayor demanda en México, ya que durante los últimos años, las importaciones de este tipo de equipo han abarcado como promedio un 18% de las importaciones totales del sector.

A fin de apreciar el mercado actual y potencial para los instrumentos electrobiomédicos, es interesante dar a conocer algunos detalles de la estructura de los servicios de salud en México.

Estos servicios son, en su mayor parte, proporcionados por el Gobierno, al sostener las diversas agencias gubernamentales el 85% del total de los hospitales y clínicas en el país, quedando el 15% en manos de diversas agrupaciones privadas.

Tomando como referencia al Anuario Estadístico Compendiado, publicado por la Dirección General de Estadística de 1974 se obtuvo la siguiente estructura de los servicios de salud.

ORGANISMO

ORGANISMO	Número de unidades médicas de todo tipo en servicio
Departamento del Distrito Federal	26
Ferrocarriles Nacionales de México	90
Instituto Mexicano del Seguro Social	944
Instituto de Seguridad Social para Servicio de los Trabajadores del Estado	937
Petróleos Mexicanos	218
Secretaría de la Defensa Nacional	182
Secretaría de Marina	93
Secretaría de Salubridad y Asistencia	2 102
Clinicas privadas	709
Otras	22

Total: 5 322

Siendo la distribución de las unidades médicas, en función del tipo de servicio que prestan, la siguiente:

TIPO DE SERVICIO	PORCENTAJE
Hospitales Generales	21
Hospitales Especializados	6.9
Clinicas	6.1
Unidades de Consulta Externa	66

Destacando el hecho de que el 50% del presupuesto federal para servicio de salud es destinado al IMSS y el 15% al ISSSTE.

Además de los hospitales y unidades médicas anteriormente enumeradas, existe un gran número de laboratorios médicos a lo largo del país, dedicado principalmente a la realización de análisis médicos, y trabajando en forma independiente o en conexión con algunos hospitales.

Actualmente el Gobierno Federal realiza una serie de importantes esfuerzos para hacer llegar los servicios de salud y nutrición a todos los sectores de la población. Especialmente entre los sectores más pobres, aunque éstos no han sido suficientes para hacer frente a la explosión demográfica del país, que se estima tiene una tasa de crecimiento entre 3 y 3.5%.

ANALISIS DEL MERCADO

El IMSS y el ISSSTE son los más grandes compradores de productos médicos, equipos e instrumentos electrobiomédicos, lo que resulta obvio si se considera la parte

que les corresponde, respectivamente, del total del presupuesto federal destinado a este rubro. Cuenta, como era de esperarse, con el equipo más moderno y en mayor cantidad.

Sin embargo, como es sabido, algunos hospitales privados, tales como el Hospital ABC, el Hospital Shriners para Niños Lisiados o la Institución de Gineco-Obstetricia Santa Teresa, tienen un equipo comparable en cuanto a modernidad y calidad, pero no en cantidad.

Además de las dos organizaciones ya mencionadas, el tercer gran consumidor de equipo biomédico es el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), que cuenta con dos organizaciones para el cuidado de la salud, que son el IMAN (Instituto Mexicano de Asistencia a la Niñez) y el INPI (Instituto Nacional de Protección a la Infancia). Estas cuatro organizaciones tuvieron un consumo, entre 1973 y 1977, del 90% de todo el equipo biomédico, con el siguiente promedio para esos cuatro años:

INSTITUCION	PORCENTAJE DEL CONSUMO TOTAL
I.M.S.S.	70.7
I.S.S.S.T.E.	16.9
I.M.A.N.	2.3
I.N.P.I.	0.1
Otras	10.0
Total: 100.00	

Un análisis de las compras del IMSS y del ISSSTE durante los años 1972 a 1976 revela que hay grandes variaciones en el tipo de equipo comprado cada año. Sin embargo, se estima que el porcentaje para este periodo de cinco años, es una característica del mercado total. Este porcentaje del total de gastos en equipo es el siguiente:

GRUPO	PORCENTAJE DEL CONSUMO TOTAL
A. Instrumentos de Análisis para Laboratorio	15.3
B. Instrumentos para Diagnósticos	38.7
C. Equipo para Vigilancia de Pacientes	1.4
D. Equipo quirúrgico y Terapéutico	5.4
E. Computadoras para Uso médico	4.5
F. Equipo Radiológico y Aparatos de Rayos X	18.2

Aquí se ha presentado el equipo radiológico y de rayos X como un grupo separado por considerar que los gastos en esa área fueron relativamente altos si los comparamos con el resto de los grupos propuestos.

Los equipos que con más frecuencia se compraron, en el mismo periodo, fueron los siguientes: (en orden de importancia de acuerdo al número de unidades compradas y no al valor de los mismos)

- o Equipo de Rayos X
- o Electroencefalógrafos
- o Desfibriladores
- o Electrocardiógrafos
- o Audímetros
- o Examinadores ultrasónicos
- o Eco-encefalógrafos

Este equipo es comprado generalmente cuando se necesita y no de acuerdo a un plan de compras definido, por lo que se desconoce con exactitud el porcentaje del presupuesto total de las instituciones públicas o privadas

destinado a la compra de equipo electrobiomédico. Sin embargo, a partir del análisis de diversos datos se ha podido concluir que un porcentaje del 2.5% no está muy alejado de la realidad.

En 1976, el consumo total de equipo electrobiomédico fue de 27.73 millones de dólares, cifra que resultó un 10% superior a la de 1975. En el periodo comprendido entre 1973 y 1976 el promedio de incremento anual fue calculado en un 11%. Considerando la planeada expansión del programa nacional de salud, la construcción de nuevos hospitales y clínicas, la tasa de crecimiento de la población, así como la economía en su conjunto, una estimación conservadora para el consumo futuro prevé una continuación con el mismo ritmo de crecimiento.

Como ya se mencionó al principio, la única actividad productiva actual de este sector es en ensamble, en pequeña escala, de equipos de Rayos X y electrocardiógrafos. Sin embargo, se espera que en fecha próxima en uno o dos años, se inicie la fabricación de algunos equipos de análisis para ser usados en laboratorios médicos. Específicamente existen planes para la fabricación de espectrofotómetros y fotocolorímetros aunque estos se encuentran en la etapa de estudios de prefactibilidad.

Por lo anterior, a partir de 1979 se deberán incluir cifras de producción local con el pronóstico del sector.

El siguiente cuadro, muestra los datos del mercado de equipo electrobiomédico para un periodo de 10 años, que va de 1973 a 1982:

SECTOR DE ELECTRONICA PROFESIONAL

Equipo Biomédico Electrónico - Datos de Mercado

(Millones de Dólares)

Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	Consumo
1973	—	20.26	—	20.26
1974	—	17.75	—	17.75
1975	—	25.08	—	25.08
1976	—	27.73	—	27.73
1977	—	28.20	—	28.20
1978	—	31.30	—	31.30
1979	0.10	34.65	—	34.75
1980	0.15	38.42	—	38.57
1981	0.25	42.69	—	42.80
		47.25	—	47.28

SISTEMAS DE VENTAS Y SERVICIOS DE EQUIPO ELECTROBIOMEDICO

El equipo electrobiomédico se vende en México por medio de distribuidores generales o de representantes o agencias de ventas de los diversos productos extranjeros. Únicamente las organizaciones oficiales tienen permitido realizar importaciones directas, se sabe que el ISSSTE compra de esta forma algo así como el 50% de su equipo.

Este equipo es fabricado por muchas de las grandes compañías electrónicas multinacionales, siendo generalmente sólo una línea especial de la totalidad de productos que fabrican. Sin embargo, también existen pequeñas compañías especializadas en equipo médico.

El desarrollo tecnológico y el incremento en lo sofisticado de estos equipos sigue el mismo ritmo de la industria electrónica de bienes de capital en su conjunto. Se diferencia únicamente por el hecho de que la mayoría de los diseños están abocados a facilitar que el nuevo equipo, sin importar las mejoras que tenga, sea homogéneo con el resto del equipo existente en una instalación hospitalaria y por lo tanto, pueda ser fácilmente mezclado. Es general-

mente, un equipo de fácil manejo puede ser manipulado por personal sin ninguna preparación técnica especializada sin ser dañado fácilmente.

Como ya se mencionó, existen dos tipos de distribuidores en México que tiene cada uno de ellos las siguientes características.

1.— Casas proveedoras de equipo médico, que comercian con todos los productos requeridos por los hospitales, laboratorios y médicos particulares. Estos son distribuidores generales que manejan productos de muchos fabricantes. Por ejemplo, la mayor de estas firmas en México presenta un catálogo con 8 000 artículos diferentes. Estas compañías están familiarizadas con las necesidades de la profesión médica, pero en forma general no lo están con los productos electrónicos. Por lo que no pueden prestar el servicio y mantenimiento que requieren estos equipos.

2.— Representantes exclusivos de ventas de productores extranjeros, quienes pese a tener en sus catálogos además de los equipos electrobiomédicos otro tipo de equipos electrónicos, y depender sólo de una firma, están más familiarizados con los equipos y puede, por lo tanto, proporcionar un mejor servicio con sus propio cuerpo de técnicos. Cuerpo integrado por personal con diversos grados de preparación técnica y profesional, llegado inclusive hasta algunos pasantes de ingeniería. El entrenamiento dado a estos técnicos es sobre la marcha, asesorados por ingenieros de servicios que son enviados por las casas matrices; aunque en algunos casos se les llega a mandar a la casa matriz para su entrenamiento. Desgraciadamente, por problemas que existen en la obtención de refacciones y otros problemas menores, muchas veces el usuario debe esperar largos periodos antes de que su equipo sea reparado. Es por esto que los usuarios consideran muy importante, que un proveedor tenga o no la capacidad de apoyar sus ventas con un servicio técnico, rápido y efectivo.

Este problema aumenta porque el equipo electrobiomédico en los hospitales generalmente es operado por personal sin preparación técnica, hecho que, aparentemente, provoca que sean más frecuentes las descomposturas en comparación con otros equipos electrónicos de similar complejidad. Además de esto, los hospitales no cuentan con personal técnico para proveer mantenimiento preventivo, servicio y calibraciones periódicas.

En atención a este problema, que no es exclusivo de México, ONUDI en cooperación con el Gobierno Húngaro, ha establecido un programa de entrenamiento en mantenimiento y reparación de equipo biomédico.

Este programa consiste en un curso trimestral, que es impartido dos veces por año en Budapest y para el que los participante son nominados por sus gobiernos. Los requerimientos para los participantes son:

- Conocimiento perfecto del inglés.
- Previo entrenamiento y/o experiencia en el servicio o reparación de equipo electrónico en general, o cuando menos un conocimiento básico de la electrónica.

Las importaciones de equipo biomédico, están distribuidas de la siguiente manera:

EUA	Más del 50% (debido a la calidad y rápida entrega)
ALEMANIA	De 20 a 22% (principalmente equipo de Rayos X)
HOLANDA	6.5%
JAPON	3.5%
INGLATERRA Y FRANCIA	Menos del 5%

La participación relativamente alta de Holanda en el mercado, se debe a la bien conocida línea de equipo electrobiomédico fabricada por la compañía multinacional

Philips. Actualmente el equipo japonés tiene la reputación de ser más barato, para calidades comparables, y de recibir un mejor servicio después de las ventas, aunque los problemas para conseguir las refacciones parecen ser mayores.

Anteriormente los representantes de ventas y los distribuidores generales, aparte de vender los equipos tenían también un servicio de renta. Debido a que, en la mayoría de los casos, los usuarios actuaban con negligencia y no daban un uso adecuado a los equipos, y al final del contrato de arrendamiento el equipo era regresado en muy malas condiciones, hecho que provocó pérdidas, y obligó a los prestadores del servicio a suspenderlo.

En lo que se refiere a las ventas, tanto los representantes como los distribuidores, proporcionan financiamiento cuando éste es requerido, a sus compradores, ya sea en forma directa o bien a través de un banco dependiendo del costo del equipo.

La importación de equipo electrobiomédico requiere de un permiso otorgado por la Secretaría de Comercio, permiso que es fácilmente obtenido por no existir en México ninguna producción local.

II

"CARACTERISTICAS DEL MERCADO NACIONAL DE EQUIPO BIOMEDICO"

Ponencia presentada por el Ing. Fausto Gómez
Gerente de Ventas de la Línea Electrónica de Hewlett Packard, S.A.

En este seminario sobre Ingeniería Biomédica hemos escuchado tesis muy importantes, hemos visto los esfuerzos que el Doctor Remolina ha realizado para poder llevar a cabo un Departamento de Investigación, así como una pequeña fábrica de instrumentos biomédicos, como él la ha llamado.

Hemos escuchado y tenemos ejemplos de instrumentos que han sido realizados en nuestro país. He sido testigo del esfuerzo de una pequeña industria que está fabricando instrumentos biomédicos en México. Se han expuesto una serie de tesis, algunas llevadas a construcción y otras en teoría que, sin duda alguna, son muy interesantes. Nos hemos enterado de instrumentos realmente inéditos, tecnología propia, esfuerzos que si no se comercializan estarán y quedarán como hermosos ejemplos de algo que hubiera podido ser.

Hemos hablado sobre la problemática de llevar un prototipo de laboratorio a un equipo que pueda ser utilizado por un médico.

Es importante meditar sobre esto, ya que no somos un país con la facilidad para realizar nuestra tecnología, dicho entre paréntesis, ya que día a día la difusión de los conocimientos se van convirtiendo en dominio público. Es un hecho que los componentes electrónicos son más confiables y de menor costo en la actualidad. Todavía recuerdo mi primera calculadora científica, cuyo costo estaba por los cuatrocientos dólares y que ahora las podemos conseguir en sólo seiscientos pesos, es decir, una décima parte de su valor original en seis años. Me refiero a que, como soporte de la investigación, está la comercialización de un equipo o instrumento cualquiera que este sea y en cualquier lugar del mundo.

Indudablemente el problema más grande que sufre la investigación en el país es no contar con los medios económicos directos para incrementar su producción. Es por esto, que quiero mencionar lo importante que es comercializar los productos de la investigación. Si nosotros voltamos los ojos a otros países, en donde la investigación en

la rama de la Ingeniería Biomédica está más adelantada, podemos observar que existe una amplia comunicación entre las instituciones educativas y las compañías comerciales. Adicionalmente, cada una de las grandes compañías comerciales que alguna vez empezaron y fueron pequeñas tienen y dedican un alto porcentaje de sus ganancias a la investigación y desarrollo. Por esta razón, es importante que, además de conocer lo que estamos haciendo en investigación, debemos conocer las características del mercado nacional de equipo biomédico.

Desde el punto de vista de las oportunidades para una integración de la industria biomédica en México, que está en sus comienzos, es importante dividir los aspectos mercadológicos en Aspectos Naturales y Aspectos Socio Económicos.

Como Aspectos Naturales podemos mencionar que el mercado de productos biomédicos no es fácil por el volumen que se puede lograr, haciendo que la producción sea limitada y no costea, fenómeno que se acrecienta por razones geográficas en nuestro país. Hacia el norte nos limita Estados Unidos de Norteamérica en el aspecto competitivo y tecnológico, ya que la producción que podríamos realizar en nuestro país dista bastante de ser aceptada, hoy en día, en el vecino país del norte. Hacia el sur tenemos países que, en conjunto, no pueden significar un mercado fácil de penetrar, ya que son países con problemas económicos que no son un mercado atractivo, desde el punto de vista investigación/ganancia. Debemos recordar que el equipo no puede ser reparado en cualquier lugar ni por cualquier persona, esto hace que los costos de mantenimiento sean muy altos. Otro punto importante es el hecho de que, por las distancias y las comunicaciones no eficientes que tenemos en el país, es necesario planear en qué ciudades o centros urbanos debe haber un centro de instrumentos y equipo; ya que resulta muy costoso, tanto para los hospitales y proveedores, contar con almacenes en todas las ciudades. Cabe mencionar en lo socio-económico que hemos pasado por dos etapas y una adicional que es la que nos regirá a partir del próximo año.

Esta división es muy significativa y está relacionada con las dificultades económicas que, ciertamente, están transformando al país. La primera etapa fue antes de la devaluación de agosto de 1976: Poniendo como antecedente se puede decir que el mercado médico es 85% Sector Gobierno y 15% Sector Privado. Prácticamente podemos concretar que el Sector Gobierno es el de mayor importancia en la adquisición de equipo biomédico.

Bien, en esa época las compras de equipo médico se hicieron sin una planeación adecuadamente estructurada; encontrando hospitales con falta de equipo elemental como desfibriladores, u otros instrumentos, sin mencionar otras necesidades primordiales.

Resultado del aparato burocrático, hemos localizado instrumentos médicos que en este año se están instalando, habiendo hecho la inversión hace dos o tres años.

La segunda etapa es después de la devaluación cuando por necesidad económica del país, se limitaron las adquisiciones de equipo biomédico a tal grado, que se colocó en una posición difícil a algunas compañías cuyas ventas han caído a casi cero.

La tercera etapa es el futuro que realmente veo y espero sea: el próximo año, como inicio de esta tercera fase caracterizada por una compra más conciente por parte de las instituciones gubernamentales, mejor estructurada y planeada, será, sin duda alguna, en beneficio de las compañías comerciales, y de los compradores.

Actualmente, la mayoría de las instituciones dedicadas a la medicina está normalizando, en forma planeada, la adquisición de equipo, inclusive se va a llegar a la regionalización que, por su carácter económico, será más costea, tanto para la institución como para la compañía que proporcione el equipo.

Esta normalización que se está llevando a cabo en nuestro país, no es algo nuevo, pero tengo confianza en que si trabajamos juntos Sector Privado, Sector Gobierno y Sector Comercial o Compañías Proveedoras, podremos analizar como objetivo conjunto un mejor aprovechamiento de nuestros recursos.

Es de suma importancia tomar en cuenta lo que sucede hoy en día en los Estados Unidos de Norteamérica, cuyo poder adquisitivo es muy superior al nuestro y que, a pesar de la libre competencia entre compañías, se ha generado un fenómeno grave, según reporte de la Revista Business Week de esta semana.

La inflación de los servicios médicos ha llegado a tal grado que un hospital que desea invertir más de 100,000 dólares en camas, servicios o equipos, debe someter su propuesta a una dependencia oficial con el fin de conseguir autorización.

Ahora en Estados Unidos de Norteamérica están regionalizando sus servicios, por ejemplo, si en una área determinada se requiere una unidad coronaria o un tomógrafo computarizado, se determina de común acuerdo, cual de los hospitales tendrá el servicio, haciendo una alianza que definitivamente será más rentable. En México estamos obligados a pensar conscientemente en estos problemas, claro, motivando la investigación, pero al mismo tiempo siendo productivos y racionales sin caer en el error de querer hacer todo a nivel de laboratorio.

Es indispensable que la investigación en Ingeniería Biomédica vea y logre frutos no sólo en el papel, sino en la mercadotecnia, en comercializar nuestro productos y recordar que somos un país en desarrollo que requiere de una competencia sana entre nosotros los mexicanos, hacer frente común y analizar a fondo nuestras necesidades, evitando ese miedo infundado hacia las compañías extranjeras.

Aquí, cabe mencionar que, desde un punto de vista comercial, querer hacer un instrumento desde diseño y fabricación de los componentes, nunca va a ser rentable y definitivamente no podemos cerrar el ciclo y obtener fondos destinados a la investigación.

Como nota importante y característica de nuestro medio es el hecho enfatizado por el Doctor Remolina el día de ayer: No sólo es vender instrumentos, se requiere, realmente, asesorar y aconsejar antes y después de la venta. Queda el compromiso del entrenamiento que, dicho sea de paso, debe ser un objetivo que surja de este Seminario, o sea la necesidad que tiene el médico de ser ayudado, orientado y capacitado en el manejo del equipo biomédico y que debe ser una labor realizada por el Ingeniero Biomédico.

Cuando mencioné que se requiere una competencia "sana" entre nosotros los mexicanos, quiero agregar la palabra "inteligente".

Pensemos y tomemos el ejemplo de errores cometidos en otros países con deseos de tener tecnología, fabricación, sustitución de importación, etc., y que han fracasado.

Argentina tiene, a la fecha, cinco o seis fábricas de equipo biomédico, ineficientes, todas ellas, porque no hicieron una alianza inteligente.

Si hay una fábrica que con esfuerzo está haciendo electrocardiógrafos por ejemplo, no tratemos dentro del mismo país de hacerle competencia que nos llevaría a una ineficiencia en todos sentidos. Nuestro objetivo, al fin y al cabo, es uno solo: ser más productivos para México.

III

"CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA EN MEXICO".

Ponencia presentada por el Ing. Marcos Pérez Arenas.
Presidente de la Cámara de la Industria Electrónica.

Nos ha sido muy grata la invitación para comunicar a tan selecto y tan interesado auditorio las características esenciales de la Industria Electrónica. Lo hacemos con gusto. Mi profesión de base es Ingeniería Química, lo que me da cierta facilidad para entender la problemática de ustedes.

La Industria Electrónica se inició en México en cantidades representativas hace aproximadamente 25 años, previamente se habían hecho experimentos: fabricación de receptores de radio en pequeñas cantidades, pero con el advenimiento de la televisión se volvió una industria de gran volumen, de generación ocupacional importante y sana para el país.

Cuando se inició la televisión en México empezaron por importarse aparatos receptores. Como en el país tenemos poca tradición industrial el sector público, a través de la Secretaría de Comercio, antes Secretaría de Economía, luego Secretaría de Industria y Comercio y actualmente Comercio, para forzar a la fabricación nacional, impidió la importación de productos terminados. Esto originó que algunos comerciantes de industria tuvieran que empezar a ensamblar aparatos a partir de partes importadas.

Como el camino mostró positivismo y generación de empleos, el mismo sector público continuó impidiendo la importación de partes y piezas. Este sistema de proteccionismo que fue y es positivo en el país, trajo algunas consecuencias que ustedes en su rama conocen muy bien. Lo que trajo fue un exceso de protección, algunas manufacturas pobres de calidad como en diversidad. Esto ideó la constitución de componentes profesionales y a la vez inhibió la fabricación de algunos equipos profesionales, tanto de comunicaciones como médicos, que es el caso que nos compete.

Esta es la infraestructura que hay. Cuando preguntamos por qué en países de desarrollo tecnológico relativo, similar al de México, como son Argentina, Brasil, España, hay más fabricaciones profesionales, vemos que en México es muy difícil conseguir piezas especializadas. Es importante esta reflexión porque es el punto de partida de por

que a veces no se hacen cosas en México. No es que el objetivo haya sido malo, sino que se creó un producto que limitó la creatividad.

Donde se corta la libertad como es prohibir importaciones, aunque tenga un objetivo claro y bueno, productivo para el país, trae dificultades de realización. Esa es la primera cualidad que debemos de pensar, mutaciones de consecución de partes para desarrollar instrumentos.

La segunda parte es que es un país de mercado relativamente raquítico, tenemos que reconocer que somos un país pobre, que estamos luchando por salir de esta pobreza, nuestro tamaño de mercado no justifica determinado tipo de inversiones para fabricaciones sofisticadas. En el campo de bienes de capital, los consumos de un país como México son pequeños. Entonces la pura tentación económica no es suficiente para hacer inversiones de fabricación. Este es el segundo concepto que debemos fijar; primero es difícil hacer las cosas, segundo, no es atractivo económicamente.

Para que tengan ustedes una idea, todo el mercado de la electrónica en México vale unos 30 mil millones de pesos, la mitad de esto son bienes de consumo duradero terminados, radios, televisores, tocadiscos, etc., la otra mitad la constituyen los bienes de consumo duradero como bienes de capital.

Pensamos que esta otra mitad, componentes y bienes de capital son 15 mil millones de pesos, el tamaño aproximado del mercado de equipos biomédicos, incluyendo rayos X, es del orden de unos mil millones de pesos. De esto, el 80 por ciento son equipos de rayos X y radiología. Lo que queda en equipo especializado es del orden de los 200 millones de pesos. 200 millones de pesos es la quinta parte de lo que hace una de las empresas que fabrican televisores. Vean lo poco atractivo que es el puro aspecto comercial.

Esto nos sitúa en el marco de lo que es nuestra industria. ¿Qué ocurrió con los bienes de capital biomédicos o electromédicos en el lapso intermedio? Se importaron. Es importante conocer que 90 por ciento del consumo de equipo electromédico y de análisis ocurre en el sector público: el Instituto Mexicano del Seguro Social, Universidades, Hospitales del ISSSTE, de Ferrocarriles, etc.

Esto nos da una idea del mercado en que se desenvuelven las posibilidades de fabricación de equipo. fuera de los rayos X que es un área importante, trascendente y seria, el resto de equipos son de un volumen muy pequeño que se debe atacar inteligentemente.

Durante esta época no se han fabricado en México bienes de capital de uso médico, se han consumido del extranjero.

Aquí llegamos a un marco que vislumbra el tamaño y el seccionamiento del mercado.

¿Qué ha ocurrido? La industria electrónica ha tenido una característica muy interesante. Es similar a la automotriz. Es interesante saber que en la industria automotriz por cada hora-hombre que se utiliza para fabricar automóviles, hay una hora-hombre que sirve para repararlos y mantenerlos en buenas condiciones de operación.

En la rama electrónica ocurre lo mismo, por cada empleado fabril, existe un empleado de mantenimiento y conservación de equipo.

Así fue cuando nuestro país, a través de buenas empresas exportadoras e importadoras de aparatos de calidad, empezó a desarrollar tecnología de servicio en los buenos equipos.

Toda la industria electrónica en sus fabricaciones de bienes de capital, bienes de consumo y partes, emplea unas 70 mil personas, sabemos que hay otras 70 mil personas dedicándose a conservar el buen funcionamiento y a reparar estos aparatos.

Otra cualidad de nuestra industria es que se genera mano de obra de alta calidad. Ustedes pueden decir, 140 mil gentes se ocupan de la industria electrónica, tanto en la fabricación como en la parte de mantenimiento y conservación, no son muchos comparados con 60 y tantos millones de mexicanos que somos, pero son esencialmente de empleados de alto nivel. Alto nivel adquisitivo, necesidad de alto nivel de capacitación. Esto es bueno y es la característica fundamental de nuestra rama.

Consideramos que la industria electrónica, independientemente de su importancia económica (30 mil millones de pesos en todo el producto interno del país) no es impresionante. Pero la industria electrónica tiene una función con la que cumple cabalmente: el desarrollo relativo de la industria electrónica de un país con respecto a otro. Significa calidad en la vida, o sea si una industria electrónica en un país es primitiva, corresponde a una calidad de vida primitiva en ese país.

Los que conocemos países más desarrollados y otros menos avanzados que el nuestro, hemos visto siempre una correlación de calidad con el avance de la industria electrónica. Todos estamos conscientes de que mientras más abundante y diversificado sea el equipo electromédico, va a haber más calidad de vida intrínseca, y mientras tengamos mejores equipos de procesamiento de datos van a dar más calidad a la vida, porque lo mecánico lo va a hacer una máquina y nosotros vamos a pensar como manejar la máquina.

En mi época de estudiante, recuerdo que para hacer un análisis de gases usábamos un aparato con el que ustedes deben estar familiarizados. Algunos de los nuevos estudiantes ya no saben que es eso, porque los sacan en máquinas que tienen sistemas de análisis; la impresora de la computadora les dice las alteraciones que hay en los gases que están analizando.

Eso es un aumento de calidad de vida, porque todo lo que hacíamos mecánicamente ya no emplea esfuerzo ni tiempo.

Otra función de la industria electrónica, cuando se desarrolla bien, es que es un catalizador de progreso. Si nosotros disponemos de comunicaciones avanzadas, equipo de procesamiento de datos eficaces, y de equipo biomédico avanzado, estamos catalizando el progreso de un país. Ustedes saben que si se dispone de una serie de recursos: análisis de detección, de medición, de comportamientos biológicos evolucionados, va a haber más tiempo para progresar.

Vamos a hablar un poco del marco en el que se desenvuelve nuestra industria: nuestra industria por preocupaciones esenciales de las autoridades, que reconocemos que han generado documentos muy importantes, tiene un marco jurídico muy particular con respecto a la protección al consumidor, que compra aparatos.

Independientemente de la Ley de Protección al Consumidor que se ha vuelto muy popular y muy usada, el artículo 29 de la Ley de la Industria Eléctrica señala que todo dispositivo o aparato eléctrico que se venda en el país, se use en el país o se fabrique en el país, requiere de una autorización previa de la Dirección General de Electricidad. Eso es una protección a los consumidores de equipo en México.

La Dirección General de Electricidad verifica que el equipo pueda funcionar en México. Ustedes saben que en México tenemos voltajes de operación distintos a los de otros países, en México no hay 110 volts, hay 127 volts en la red, pero un equipo importado que no esté homologado por las autoridades, tiene riesgo de falla. También es muy importante que la Dirección General de Electricidad, antes de autorizar la venta, fabricación o uso de un aparato, verifique que la Compañía tenga apoyo de servicio para garantizar que el bien va a durar y ser mantenido correctamente. Lo mismo compromete al concertante de aparatos, a que tenga un almacén con existencia permanente de refacciones, no sólo durante la época de venta de ese equipo, sino algunos años después, de acuerdo a la durabilidad esperada.

Esto me vino a la memoria porque escuchamos recientemente que había mucho equipo adquirido por centros médicos que no tenían servicio, no tenían mantenimiento y no estaban en condiciones de usarse.

La preocupación de nuestra Cámara es conocer las fuentes de proveeduría de estos aparatos, conocer si están autorizados por la Dirección General de Electricidad y ayudar al mantenimiento de estos aparatos, si está en nuestras manos o en la de los socios, asegurar que los socios de nuestra Cámara que hayan ofrecido estos aparatos, mantengan el compromiso de repararlos, y si están fuera de garantía, a costo del usuario.

También en la Secretaría de Comercio hay un acuerdo donde se exige que el ofertante de un aparato lo acompañe de un instructivo de operación claro y en castellano. Esto es muy importante, porque algunos entendemos idiomas y otros no. Es un marco jurídico de compromiso de los fabricantes, incluso los importadores.

Conocemos proyectos ofrecidos de apoyo a la fabricación por el Consejo Nacional de ciencia y Tecnología, para enlazar a las instituciones de investigación, universidades, con la industria; financiarlas mutuamente y apoyarlas para que hagan desarrollos de artículos que se consumen en México. Es innegable, la falta de comunicación entre instituciones educativas e industria.

Conocemos también que Nacional Financiera está dispuesta a apoyar estos programas, lo importante es que puedan ser justificables, porque así se evita que se malgaste dinero en cosas que no van a ser provechosas. También sabemos que la Secretaría de Patrimonio ha editado las

reglas de compra del sector público que van a tener una influencia muy importante, en la viabilidad de fomentar la fabricación de equipos en México.

Mi punto de vista de orientación es que las fabricaciones que se hagan en México sean selectivas, que sean justificables, que no se piense en que van a estar protegidas, no permitiéndose importaciones de otras cosas, sino que la protección sólo sea mediante un arancel justo y equitativo. Si una industria requiere de una pared que impida la competencia como una condición esencial para fundamentarse, no sirve. Debe estar protegida razonablemente, y queremos, y lo vamos a proponer a la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, que se fomente la adquisición a largo plazo, por parte del sector público.

Hay inversiones que para el consumo asegurado de un año, de un pedido o de un semestre, no se justifican y el riesgo es muy grande. conocemos que, en otros países también en proceso de desarrollo, se han fomentado los contratos de abastecimiento del sector público a largo plazo. El sector público puede decir, durante los cuatro o cinco primeros años de fabricación: me comprometo a comprar el 60% de lo que consumo. Eso es un estímulo muy interesante, porque minimiza el riesgo de la inversión.

DISCUSION DE LAS PONENCIAS LIBRES I, II y III.

Coordinador: Ing. Alfredo Saracho Molina: Quisiéramos que, si les ha quedado alguna duda hagan el favor de expresarla en estos momentos.

M. en C. Gertrudis Kurz: Yo tengo sólo una pregunta, supongamos que exista alguna cosa que se hace por algún grupo universitario, ¿cómo se establece la comunicación para que las personas en la industria que pudieran estar interesadas la conocieran?

Ing. Marcos Pérez Arenas: Hay dos opciones: se pueden dirigir al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, nuestro contacto en el Consejo Nacional de ciencia y Tecnología es el Doctor Mario Waisbluth; conviene usar los contactos porque ellos nos dan juicios de apoyo. O pueden acudir a la Cámara Electrónica, atención de su servidor, con la gente capaz para desarrollar estas ideas, que a veces son muy valiosas y por ignorancia del sector industrial no se pueden aprovechar.

Dr. Bonfiglio Muñoz Bojalil: Nacional Financiera nos habló poco más o menos de mil millones de dólares de inversión en un año, más un crecimiento de once por ciento. A esto yo quisiera agregar un dato que acaba de dar el SECOM por escrito. Dio a conocer que México importó un poco más de mil millones de dólares en radios, televisores y además. Si a estos mil millones de dólares le sumamos los mil millones que nos da Nacional Financiera, yo creo que si es un mercado muy bueno y muy extraordinario como para echarle gana. Yo estoy convencido de que no es un mercado pobre. Estoy convencido también, de que las cifras que nos da el SECOM es lo que nosotros denominamos quizá de manera un tanto folklórica, el ensamblado y maquilado de aparatos. Nos dan casi todo,

nosotros los armamos y luego se los volvemos a comprar. Esto es un juego de dinero, de cifras, pero 2,000 millones de dólares para mí es un mercado que si es atractivo, o la industria electrónica no toma en cuenta esto o nos siguen considerando los "muchachitos boleritos" que no tenemos derecho a crecer.

Yo tengo la impresión de que Nacional Financiera nos dio cifras aterradoras y nada más. La Cámara de la Industria Electrónica nos dice nuevamente "muchachitos, ustedes son boleritos, no se animen porque no pueden hacer nada, son pobrecitos, no vale la pena que ustedes hagan un esfuerzo para salir adelante", pero ¿sería posible que la gente si saliera adelante?

Y por otra parte, el Ing. Fausto Gómez nos pide una cosa casi imposible, nos dice que seamos inteligentes, donde por algunas centurias hemos demostrado que no lo somos tanto.

Ing. Marcos Pérez Arenas: Creo que nos faltó probablemente habilidad de expresión o tiempo para decirlo, creemos que vale la pena empezar desde ayer.

Cuando hablamos de tamaños relativos, hablamos históricamente y hasta el momento actual; ¿por qué no se han realizado inversiones? Creemos que hay que empezar desde ayer a trabajar y a luchar, hay muchas cosas que se pueden hacer en México, se han demostrado cosas excepcionales, importamos mucho en electrónica, también creemos que los oídos pueden estar polarizados a recibir sólo cierto tipo de información muy buena.

Platicamos con dos fabricantes de componentes en la mañana, y este año de un sólo componente, ellos están exportando 500 millones de pesos, no todo es negro en México, afortunadamente.

Los mexicanos no somos tontos, somos demasiado listos. Los japoneses son mucho menos agudos que los mexicanos, pero lo saben, por eso trabajan.

Ing. Miguel Lindig: Quisiera hacerle una pregunta relacionada con la fabricación. Para poder competir con productos sobre todo importados, yo creo que no es un secreto para nadie que el gran problema de este país no es tanto la investigación digamos tecnológica, los procesos industriales, etc. Ciertos países tienen una política específica para fomentar su industria. Creo que es lícito afirmar que Francia es más desarrollada que México, tecnológicamente hablando, y tiene ese servicio hasta el fabricante y la industria en cuestión si es considerada interesante para el país.

Yo quisiera preguntar qué opina usted, como Presidente de la Cámara, de un mecanismo similar. Cuando sabemos que una posible industria en el área médica, necesariamente se convierte en una pequeña industria que no va a tener el capital necesario para desarrollar procesos, ¿qué sugeriría usted para resolver este problema?

Ing. Marcos Pérez Arenas: Coincido con usted, en la ferretería electrónica, en el área de diseño, tenemos una deficiencia grave de proveeduría. En Japón es mucho más fácil hacer un aparato que en México. Hay una infraestructura de apoyo mecánico y de diseño a los proyectos en forma excepcional. En México, el industrial tiene que empezar por doblar su laminita y tiene que hacer algo en car-

toncillo en lugar de acero inoxidable, y no queda igual. A veces, lo que uno ve por fuera refleja lo que está por dentro. Pero existe la solución: ustedes se pueden acercar a los industriales y nosotros gustosamente los podemos orientar a dónde conseguir esa ferretería.

Este ha sido uno de los productos malos cuando se empezó la integración de la industria electrónica en México, se llevó a cabo indiscriminadamente, no selectivamente. Es muy difícil, sobre todo importar pequeñas cantidades, no hay mayoristas que abastescan un surtido rico.

En la industria electrónica los podemos ayudar, incluso si alguno tiene algún proyecto, yo me ofrezco a hacer las partes de adorno, y espero que no sean muchas. Cuando nosotros trabajamos tuvimos el mismo problema y tuvimos que poner una planta de acabado. Es absurdo, nosotros somos una empresa electrónica y tuvimos que dedicarnos a hacer acabados.

Con respecto a la inversión, normalmente existe un divorcio entre el talento y el dinero. Natural, porque el talento tiene motivaciones más puras y más valiosas, y el dinero a veces es producto de energía, aunque no haya talento; es un balance ecológico. Como cuando hablamos de nuestros amigos los japoneses, ellos no son tan vivos como nosotros, por eso trabajan muy duro.

Hay una solución que está operando el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ofrece tecnología y balancea las demandas de tecnología, está haciendo este enlace. En la industria química está funcionando muy bien y estamos empezando en la industria electrónica. Les aseguro que cualquier idea buena es rentable, la podemos encauzar hacia un industrial hábil, capaz, entusiasta, que piense en nuestro país y que piense hacer algo bueno.

Dr. Raúl Cicero: El señor Presidente de la República acaba de decir que la tercera parte de la población nacional está protegida por el Seguro Social, lo que quiere decir que las otras dos terceras partes no están protegidas. El dato aterrador que nos da la Nacional Financiera, es que el 70% del material biomédico lo compra el Seguro Social y salubridad sólo el 5%. Lo que quiere decir que el 5% de los recursos de material biomédico tienen que ser empleados para atender a las dos terceras partes de toda la población nacional. A mí lo que me ha preocupado es que frecuentemente los efectos legales que se mencionan no se cumplen, o sea, como es el Seguro el que compra más, le doy mejor servicio; como Salubridad no me compra nada, le doy pésimo servicio.

Esto significa una absoluta falta de ética del proveedor y creo que este punto de vista debe interesarle a la Cámara y debería interesarle a las autoridades financieras. ¿Cómo podríamos nosotros presionar a esos proveedores con esa falta de ética profesional, para que al sector más desprotegido lo atiendan mejor? Porque si bien es cierto que son los que menos compran, si siguen las cosas como están, son los que van a solucionar los problemas de la mayor parte de la población. Creo que estos aspectos no se deben olvidar y creo que la Cámara debería por lo menos decirle a sus miembros "oye, fijate un poquito en que hay una ley, en que hay un sector público que merece un poco

de atención de parte de los proveedores".

Ing. Marcos Pérez Arenas: Nosotros somos corresponsables con todos nuestros socios, y en caso de que se trate de algún socio de nuestra Cámara, nos comprometemos a acudir y buscar una solución.

Hay dos ideas adicionales que son mecanismos que implementó el Ejecutivo para la protección al consumidor. Ustedes pueden acudir a la Procuraduría del Consumidor, en donde sí les hacen caso, definitivamente. Pueden acudir también a la Dirección General de Electricidad. Ustedes corroboren si sus aparatos, cuando los compran dicen SC DGE. Ellos verifican cada aparato, los que incluso hacemos en México no pueden salir a la venta mientras no han pasado por ese tamiz, y es severo.

Entonces es un consejo para la adquisición de instrumentos, que por algún problema de comunicación no es muy conocido. Pero tienen tres opciones: si su proveedor es socio de la Cámara Electrónica, somos corresponsables en espíritu y buscaremos solución; si no es socio de la Cámara, acudir a donde estén ellos afiliados; o en su defecto a la Procuraduría del Consumidor que es responsable y eficaz, y a la Dirección General de Electricidad.

Lic. Guevara (Dirección General de Normas de Salubridad): El equipo médico tiene gran diversidad de marcas, es una problemática general. Resulta que hemos tratado de normar marcas, y nos ha sido imposible. Viendo que no se pueden fabricar equipos o no se han fabricado todavía equipos en México, no obstante, para normalizar el servicio, debemos exigirle a los proveedores directamente el servicio de garantía. Por otra parte, yo no veo solución más que fabricar el equipo.

Ing. Marcos Pérez Arenas: La solución es una combinación, desde luego cuando se tiene a los proveedores localmente. Es más fácil saber a quién se va a reclamar. Preferimos proveedores locales, porque se prefiere tener un pleito aquí, que a ocho mil kilómetros, pero no hay solución universal válida. No es rentable fabricar en México ciertos equipos muy sofisticados y muy avanzados. En la Dirección General de Electricidad, en la Cámara Electrónica, nos comprometemos a dar apoyo a los que sean nuestros socios. La Dirección General de Electricidad no autoriza la fabricación, venta y uso de ningún equipo, si no ha certificado que funciona, que se pueda conectar a la red, que no sea peligroso y tenga garantías de servicio, y se comprometa el proveedor a tener existencia de refacciones. El argumento que una refacción tarda cuatro meses en importarse no es válido. El Ejecutivo, a través de la Secretaría de Comercio ha dado el poder a la Cámara Electrónica para autorizar la importación de una pieza, con valor hasta de \$ 10,000.00 automáticamente. O sea, su servidor firma permisos de importación por refacciones urgentes, a veces son piezas que le cuestan a la fábrica \$ 50,000.00 o \$ 100,000.00 pesos diarios al tener parada una máquina. Tenemos esa autoridad que nos ha delegado el Gobierno y la ejercemos. En caso de refacciones urgentes, hay mecanismos en México eficaces. Otros países no los poseen: tener máximo en 48 horas cualquier refacción hasta por \$ 100,000.00. Si es más de \$ 10,000.00 se acude a la Secretaría de Comercio, autoriza antes de 48 horas, y nos

consta, hemos vivido esas urgencias y nos han apoyado invariablemente.

Ing. Enrique Hernández Creo que hay una alternativa a esto: así como en 1970 el número de fábricas de automóviles se restringió a 8, creo que el caso que tenemos ahora de no conseguir refacciones por la gran diversidad de equipos, podría reducirse. Si nosotros, por medio de un organismo que podría ser la Secretaría de Salubridad y Asistencia pudiéramos normar la adquisición de equipos, en lugar de tener 5 o 10 mil marcas diferentes de equipo aquí en México, se reducirían a un número de 200. Esto podría repercutir en los costos de mantenimiento y en los costos de adquisición.

Ing. Marcos Pérez Arenas: Su punto de vista es válido, aunque un tanto restrictivo, ya que no permite el acceso a la innovación. Reconociendo que es conveniente normar, patrocinar los preferentes, mi sugerencia es que se regulen los proveedores y el mismo sector público a través de la Dirección de Electricidad. Esto sería sumamente útil, lo sabemos porque los aparatos que hacemos, tienen que pasar por ahí y si no sirven no pasan, entonces fijéense en ese detalle.

La Dirección General de Electricidad, se da cuenta si una empresa es fugaz, efímera, oportunista, que no está arraigada, y no le dan la autorización. Corrobores entre los aparatos que no les puedan dar mantenimiento, los números de DGE; ellos tienen un archivo donde pueden localizar si dieron la autorización y sobre qué bases.

IV

"MECANISMOS DE FOMENTO AL DESARROLLO TECNOLÓGICO NACIONAL".

Ponencia presentada por el Ing. Alfredo Ugalde Lozano.
Dirección de Desarrollo Tecnológico Del CONACYT.

Existen innumerables argumentos que presentan a la Tecnología como panacea para resolver todos los problemas del subdesarrollo.

Para el sector productivo privado, la preocupación tecnológica es válida en términos de razonamientos pragmáticos de costo-beneficio; para el gobierno lo es en términos de la percepción que tenga de la vulnerabilidad política externa e interna, producto de la dependencia geopolítica y la segregación de las corrientes innovadoras, debidas al rezago tecnológico.

En materia de equipo biomédico electrónico, el resultado de una política mal encauzada a través de los años, ha dado como resultado que en 1977 se importaran 700 millones de pesos por este concepto, "produciéndose nacionalmente", únicamente 100 millones en equipo, principalmente armado de rayos X, fotómetros y potenciómetros con tecnología y partes de importación.

Para 1982, según datos estadísticos, las importaciones serán del orden de los 1100 millones de pesos en equipo electrónico biomédico.

La importación de equipo, según país de origen y volumen porcentual, se distribuye de la siguiente forma:

ESTADOS UNIDOS	50%
ALEMANIA OCCIDENTAL	22%
HOLANDA	7%

JAPON

INGLATERRA

FRANCIA

MENOS DEL

4%

MENOS DEL

5%

MENOS DEL

5%

Los datos anteriores son algunos de los muchos ejemplos que encontramos en casi todas las compras de bienes de capital, en México.

El evitar la erogación que involucra el pago de dicha tecnología hace necesaria una serie de mecanismos de fomento, basada principalmente en un régimen de tecnología y en una apertura del mercado tecnológico como pilares de la política nacional para este desarrollo.

EL CONCEPTO DE REGIMEN DE TECNOLOGIA.

Entendemos como régimen tecnológico, al conjunto de normas y políticas que regula, formula y coordina la actividad tecnológica nacional. Este régimen, como tal, no existe hoy en el país.

"El régimen de tecnología está constituido por el conjunto de disposiciones que regula la producción, distribución y utilización de la tecnología necesaria para el logro de los objetivos de una política económica dada, por lo que es independiente de la naturaleza de la política económica y de la filosofía general de gobierno en la que se apoya. Es un sistema de análisis que se puede aplicar indistintamente a cualquier política económica con la sola condición de que exista el deseo expreso de considerar a la tecnología como variable operativa"

Este concepto define un triángulo, cuyos vértices son: La estructura productiva, la infraestructura científica y el gobierno.

El concepto de régimen de tecnología es complementario al concepto de políticas indicativas de desarrollo tecnológico.

Las políticas indicativas intentan un ordenamiento desde la cúpula, donde una o varias instituciones gubernamentales indican a los centros de investigación, cuál es la tecnología que deben desarrollar. En oposición, el régimen de tecnología es una política "de abajo para arriba".

Esto implica la elaboración de un conjunto de normas que motivan la independencia tecnológica, a partir de las decisiones que se toman cotidianamente, al interior de las empresas y las firmas de ingeniería.

La implementación del régimen de tecnología implica que el Estado constituye el agente mediador entre cada uno de los vértices del triángulo, para así eliminar las tradicionales dificultades de entendimiento que, en el ámbito tecnológico, existen entre los centros de investigación, la industria y el gobierno.

Debemos de agregar también el hecho de que el concepto de régimen de tecnología se presta particularmente para un enfoque sectorial del problema, es decir que es posible seleccionar un sector específico de la economía y diseñar un conjunto coherente de instrumentos tecnológicos para el mismo. Esto permite dar mayor racionalidad y prioridad a las ramas donde se desea adoptar una orientación específica.

El enfoque de régimen de tecnología presenta algunas limitaciones, ya que está dirigido exclusivamente hacia las demandas explícitas de tecnología del Sector Industrial. Existen, sin embargo, otros requerimientos tecnológicos que están orientados a satisfacer las necesidades de vastos sectores de la población, y que no se expresan en forma explícita a través de los requerimientos comerciales de tecnología. Estas son las demandas tecnológicas orientadas al

aprovechamiento de recursos naturales inexplorados, al desarrollo de tecnologías más intensivas en mano de obra, al mejoramiento del nivel de vida de la población en lo referente a la salud, educación, alimentación, etc.

Es preciso aclarar que ambos tipos de enfoque tienen esferas de competencia distintas y así deben ser tratados puesto que el enfoque de programación indicativa es más adecuado para enfrentar los problemas de las demandas latentes, mientras que el enfoque de régimen de tecnología se presta más para las demandas explícitas. En las demandas latentes, corresponde al Gobierno asumir, en mayor proporción, los costos y riesgos derivados del desarrollo tecnológico. En el caso de demandas explícitas, el esfuerzo debe centrarse más en el Sector Productivo.

LA APERTURA DEL MERCADO TECNOLÓGICO.

El fomento al desarrollo tecnológico exige decisiones a dos niveles: las de mayor envergadura, que se traducen en decretos, leyes y reglamentos, las decisiones de menor formalidad legal, que están dirigidas al problema de la apertura del mercado tecnológico. Las instituciones que manejan las decisiones tecnológicas se enfrentan con un sistema de información tremendamente cerrado, donde muchas posibilidades válidas no son analizadas, o en caso de serlo, lo son pobremente. De allí la urgente necesidad de instrumentos para abrir su gama de opciones.

En este caso, los escasos oferentes mexicanos de tecnología tienen severos problemas para competir. Por tanto, es indispensable —y no muy costoso— abrir canales que permitan la competencia más expedita de los oferentes nacionales, así como la diversificación internacional de las alternativas tecnológicas que se le ofrecen al país.

EL PAPEL DE LA INFORMACION.

En el marco de lo dicho anteriormente, el papel que juegan los sistemas de información técnica es fundamental. La experiencia mexicana, con la creación de INFOTEC y de bancos computerizados de información, es sin duda un ejemplo dentro de América Latina.

No es el caso repetir lo ya dicho en diversos foros acerca del papel de la información técnica. Nos limitaremos aquí a analizar el problema de una decisión a la que se debe enfrentar el Estado.

El costo de información, por regla general, es cien veces inferior al costo de tecnología. A su vez, este costo es de diez a cien veces inferior al costo de inversión. Sin embargo, a pesar del reducido costo de la información es claro que en el Sector Productivo no se ha generado una dinámica de utilización eficiente de servicios que permita abrir sus posibilidades tecnológicas.

La pregunta que se plantea es: Siendo el costo de esa información entre mil y diez mil veces menor a costo de inversión, ¿debe el Estado erogar estos recursos en forma promocional para abrir así el horizonte tecnológico a los distintos usuarios y contribuir a eliminar, aunque sea parcialmente, una dependencia geopolítica importante?

El sistema de Información Técnica puede cumplir otro papel clave en una política integral de desarrollo tecnológico. Al ofrecer al usuario una gama de posibilidades tecnológicas, también es posible ofrecer dentro de esta gama, en forma competitiva, algunas disponibles al interior del país. La pregunta en este caso es: ¿Hasta qué punto el Estado y el Sector Privado están dispuestos a

arriesgar capital en desarrollos tecnológicos, que por lo general van a constituir un riesgo de mayor envergadura que la compra directa de tecnología al exterior?. Volveremos sobre este punto más adelante al tratar explícitamente el problema financiero.

La experiencia reciente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en lo referente al uso de información para lograr la apertura del mercado tecnológico, ha sido ilustrativa. Se ha iniciado un programa especial "Enlace" entre oferta y demanda tecnológica, particularmente en la rama química y electrónica. Al recibirse las demandas tecnológicas del Sector Industrial, se hace imperativo contar con información expedida acerca de ¿quién? y ¿con qué? puede resolverse un determinado problema tecnológico recurriendo a la infraestructura local.

El programa cuenta ya con un flujo estable de una o dos demandas semanales de tecnología, y se están tomando medidas para utilizar la información proveniente de las encuestas a Centros de Investigación realizadas por el mismo consejo de Ciencia y Tecnología.

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA.

El problema de la apertura del mercado tecnológico tiene una estrecha relación con la existencia del Registro Nacional de Transferencia de Tecnología, creado en épocas similares a las de sus homónimos latinoamericanos, al principio de la década del 70. La creación del Registro constituye un avance sustancial, con dos logros que a nuestro juicio son los más significativos. El primero es el simple acto de registrar la adquisición de tecnologías. Conocer las cifras de lo que se está comprando, ha permitido a políticos y planificadores captar el problema en su magnitud correcta. En segundo lugar, la existencia de un conjunto de funcionarios que cuestionen los montos de pago y las restricciones financiero-comerciales excesivas, ha generado en los empresarios nacionales la conciencia de que la tecnología es una cuestión negociable, bajo normas y principios que, de alguna manera, tienen una aceptación internacional.

Afirmados los logros del Registro, describimos las principales restricciones a las que se enfrenta. Postularemos un programa experimental que permita arrojar algunas luces sobre la posible utilización del Registro como instrumento de apertura del mercado tecnológico. Las restricciones de esta Institución, frutos de la coyuntura histórica en que fue creada, pueden inscribirse bajo tres títulos: El dilema calidad-precio, el problema de los hechos consumados, y el problema de contenido.

Cuando un comprador se enfrenta al dilema calidad-precio, termina siempre fijándose más en el precio que está pagando que en la calidad del producto. Y es natural que así sea; desde su creación, el registro ha procesado cerca de 7000 contratos, de los cuales 2000 han sido rechazados, de estos 2000, un 80% de los casos la cláusula de precio excesivo fue una de las razones esgrimidas para el rechazo. Debemos añadir el hecho de que cerca del 80% de los pagos tecnológicos son hechos por filiales de empresas transnacionales a su casa matriz. En esta situación, obviamente, existen variadísimas formas de remitir los pagos en caso de que el Registro objete el contrato. Esto indica que la efectividad de la Institución en el terreno del ahorro de divisas es cuestionable, y que sus logros deben centrarse en aspectos de carácter más cualitativo.

Cuando un contrato se presenta a inscripción en el Registro, ya la relación vendedor-cliente está virtualmente

consolidada, y dentro de un marco de escasa información alternativa para el cliente. Este es el problema de los hechos consumados, entendido como la dificultad de reorientar la adquisición hacia un campo más propicio, por encontrarse el cliente en la fase de negociación y no en la de selección de tecnología.

El problema de contenido consiste en que el Registro de Transferencia de Tecnología registra la tecnología transferida a través de una descripción muy reducida. Los datos más escrutados se refieren a los aspectos jurídicos, financieros y comerciales de la relación contractual. Por supuesto, una causa importante de esto es la natural reticencia del vendedor a entregar información, pero también es indudable que el análisis crítico del contenido técnico de los contratos requiere una infraestructura de información de gran envergadura. Si se desea imprimir al Registro el carácter de vigilante de la calidad de la tecnología adquirida, es necesario fortalecer esta infraestructura, ya sea fortaleciendo la capacidad interna del Registro o recurriendo a la contratación externa de analistas tecnológicos.

Creemos que existe en México la infraestructura de información técnica adecuada como para poder emitir un juicio acerca de: A) El contenido tecnológico del contrato en cuestión; B) Las posibilidades competitivas; y C) La conveniencia de la tecnología en cuestión para la economía nacional. En función del resultado de este experimento, sería posible diseñar una política sistemática de incorporación de la información técnica al proceso de negociación.

Las restricciones con las que se enfrenta el Registro son el fruto de la coyuntura concreta que condicionó su creación. Por la complejidad del problema, no es posible definir a priori el conjunto de acciones que solucionarían esta problemática. Un esquema como el propuesto, realizado en forma multiinstitucional y multidisciplinaria permitiría tomar decisiones en un terreno más realista, lo que nos acercaría a la meta propuesta: ligar las actividades de la institución, enfocadas fundamentalmente a la negociación, a las etapas pre y post negociación, que son la selección y la absorción de tecnología.

OFERTA NACIONAL Y RIESGOS FINANCIEROS.

La oferta Tecnológica Nacional está constituida por cinco elementos: las Universidades, los Centros de Investigación y Asistencia Técnica, la oferta Tecnológica de las Empresas, las firmas de Ingeniería, y las Empresas Comercializadoras de Tecnología. Dentro de un marco general de baja competitividad de estos elementos, respecto a la oferta extranjera, existen condicionantes relativamente distintos para cada uno de ellos.

Es lógico pensar que el lugar más indicado para enfrentar la demanda latente de tecnología es la Universidad. Sin embargo, es imperativo considerar que las exigencias que se le imponen a una tecnología referida a una demanda latente deben ser las mismas que las impuestas a las tecnologías que obedecen a demandas explícitas... si es que se aspira a transferirlas al Sector Productivo. Estas exigencias se relacionan con competitividad técnico-económica, y por sobre todo, con "costo de oportunidad". Un caso prototipo es el de los equipos electrónicos biomédicos, que cambian día con día, debido a las innovaciones tecnológicas de la electrónica, tales como lectura digital, impresión, utilización de microprocesadores para manipular la información y simplificar su manejo y muchas otras,

han ocasionado que año a año salgan al mercado nuevos y mejores equipos.

Todo tiene su tiempo, incluso las tecnologías. En este ámbito existen dos esferas donde los países subdesarrollados harían bien en copiar con impetu a los más desarrollados. En primer lugar, los casos de universidades ligadas orgánicamente a una empresa comercializadora de tecnologías, han demostrado plenamente su efectividad. Por otro lado, es posible desarrollar una planeación cronológica de las actividades de investigación, de modo que el estudio de mercado se inicie antes que se complete la etapa de laboratorio, y que el estudio piloto se inicie antes que se complete este estudio de mercado, y que la gestión de financiamiento comience antes que se haya terminado el estudio piloto y la ingeniería básica de proceso. Evidentemente, el papel de las firmas de Ingeniería y las Comercializadoras de Tecnología es vital en este esquema, que permitiría disminuir sensiblemente el costo de oportunidad de las tecnologías generadas en las grandes universidades.

Los Centros de Investigación y Asistencia Técnica, constituyen una instancia que se presta para la satisfacción de las demandas explícitas de tecnología, debido a que su capacidad de respuesta a solicitudes externas es rápida.

Las firmas de Ingeniería, como las comercializadoras de Tecnología representan dos caras de una misma medalla, que es el "Abogado Tecnológico". En el primer caso con un énfasis más técnico, y en el otro más comercial. Ambos representan el agente de negociación imprescindible para adquirir tecnología del exterior, exportarla, y lo que es más importante transferirla internamente desde los centros y universidades al sector productivo.

Todas estas medidas, que constituirán el aspecto "blando" o de menor formalidad legal de un posible régimen de tecnología, tienen un elemento en común: el costo, que en última instancia se carga al sector productivo. Surge aquí por tanto, la pregunta ya enunciada anteriormente: ¿Hasta qué punto el Estado y el Sector Privado están dispuestos a arriesgar capital para desarrollar tecnologías, cuando por lo general éstas van a representar riesgos y plazos mayores que la compra directa de tecnologías en el exterior?. La respuesta yace en la percepción que el Estado tenga de la vulnerabilidad geopolítica y la vulnerabilidad interna que le cause la excesiva dependencia tecnológica. Para no proponer decisiones aventuradas a este respecto, podemos nuevamente sugerir un "Programa Experimental" que contribuya a arrojar luces sobre el problema.

Un programa como el propuesto, durante un período limitado de tiempo, permitiría encontrar suficientes elementos de juicio como para formular una política a largo plazo de estímulos crediticios al desarrollo tecnológico nacional. Valé la pena mencionar que, desde hace más de tres años, existen en España los llamados planes concertados. La ayuda financiera que las empresas solicitan a estos planes corresponde al 50% del costo del desarrollo tecnológico, y debe ser devuelta en caso de que la investigación arroje un resultado susceptible de ser comercializado. En caso contrario, el préstamo a la empresa se convierte total o parcialmente en subvención a fondo perdido.

Hoy en día, se están gastando cerca de 250 millones de pesos mexicanos por año en este tipo de créditos. Tal vez, la pregunta que pueda surgir sería si acaso estos créditos no constituirían uno más a la larga lista de estímulos financieros subsidiados a la empresa industrial en México.

Posiblemente, la respuesta está en el hecho de que el costo de esta actividad representaría tan sólo del 0.1 al 1% de la inversión global, lo cual parece un precio relativamente barato. Por otro lado, debe tomarse en cuenta que este dinero termina de todas maneras en las universidades y centros. Con las tasas actuales de expansión del subsidio al Sector Educativo el usar un canal crediticio paralelo al canal directo no aparece como un riesgo demasiado elevado.

INSTRUMENTOS PARA CONFORMAR UN RÉGIMEN DE TECNOLOGÍA EN MÉXICO.

Una vez descritas las medidas "blandas" de un posible Régimen de Tecnología, destinadas en lo fundamental a abrir el Mercado Tecnológico Nacional, se pueden postular las que podrían ser medidas de mayor envergadura. Esto es, aquéllas que requieran de una implementación a través de decretos, normas y reglamentos. En este nivel es donde definitivamente se requeriría una toma de decisiones en distintos ámbitos del Gobierno Federal, puesto que las medidas a proponerse necesitan de una coordinación interinstitucional de Secretarías de Estado, Instituciones de Crédito y Empresas Estatales.

Para estructurar un Régimen de Tecnología se deben considerar seis elementos: 1) La oferta tecnológica nacional, constituida por Universidades y Centros, firmas de Ingeniería y Comercialización de Tecnología, y la capacidad tecnológica del Sector Productivo. 2) La demanda explícita de Tecnología, constituida por las necesidades de la Industria y la Agricultura Privada, Estatal y Mixta. 3) El Sector con capacidad para otorgar incentivos monetarios al desarrollo tecnológico nacional, a través de políticas fiscales y arancelarias que contemplen la tecnología como una variable operativa. Esta capacidad reside básicamente en las Secretarías de Hacienda y Comercio, con una participación importante de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. 4) El Sector encargado de fomentar la actividad productiva agropecuaria, de la industria extractiva, y la de transformación. Esta misión reside en las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y Patrimonio y Fomento Industrial. 5) El Sector encargado de la programación de inversiones, que en última instancia se traduce en necesidades tecnológicas a mediano plazo. En este renglón cabe mencionar fundamentalmente a la Secretaría de Programación y Presupuesto, las Instituciones de Crédito como NAFINSA y SOMEX, y las grandes empresas estatales que no cuentan aún con un programa sólido de desarrollo tecnológico autónomo. 6) El último vértice de este hexágono lo constituye el Canal Institucional, necesario para establecer la legitimidad mutua entre los restantes vértices. La tradicional reticencia existente entre la Industria, el Gobierno y la Universidad requiere forzosamente de un agente mediador, que incluso pueda cumplir el papel de puente contractual y formal en el caso de desarrollos tecnológicos concretos. En el marco de México, una Institución que podría cumplir este papel es el Consejo Nacional de ciencia y Tecnología, precisamente por el hecho de ser un Consejo y no una Secretaría identificada claramente como parte del aparato estatal de control y regulación de la actividad industrial.

POLÍTICA FISCAL.

Existe en México un conjunto de instrumentos fiscales y arancelarios ya muy consolidado, orientado fundamentalmente a la protección estímulo del Sector Industrial. Cabe destacar entre estos instrumentos, el cierre de fronteras (con modificaciones recientes), la deducibilidad de gastos para calcular el impuesto sobre la renta, y el estímulo a las exportaciones a través de los Certificados de Devolución de Impuestos (CEDI), que en la práctica representan un subsidio a la empresa de alrededor del 8% del valor de la manufactura exportada, si el porcentaje de integración nacional es superior al 60%. Este estímulo se ha extendido en forma particularizada al exportador de tecnología, a través del acuerdo que concede a estas empresas la devolución de todos los impuestos indirectos que cubran sus actividades.

Lo curioso de este esquema de fomento a la exportación de Tecnología Mexicana, es que no existe un fomento equivalente al uso interno de esta escasa mercancía. No es del caso hacer proposiciones detalladas al respecto, pero sí es posible reafirmar lo planteado previamente por algunos autores mexicanos: "Diseñar incentivos fiscales (tipo CEDI) en función de programas específicos de desarrollo, pues vale señalar que la simple deducibilidad no ha sido suficiente". Esto significa que las empresas hoy pueden deducir impuestos de sus gastos tecnológicos, tal como se hace por ejemplo con otros gastos destinados al incremento de activos, pero que el estímulo ha sido insuficiente para desarrollar tecnologías.

La elaboración de una mecánica operacional para el "CENIT" o Certificado de Devolución de impuestos por Incentivo Tecnológico, tiene alguna dificultad respecto al CEDI de exportación ya que el acto de exportar es un hecho fácilmente verificable. En cambio no es tan fácil demostrar que una empresa esté operando en una tecnología 100% nacional, o 50% nacional y 50% adaptada, etc. Este es el primer punto donde se hace imperativa la legitimidad mutua entre los vértices del hexágono, que en este caso podría implementarse a través de un dictamen elaborado por una Comisión conjunta del Consejo Nacional de ciencia y Tecnología y el Registro Nacional de Transferencia de Tecnología, para la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. La alternativa fiscal a la autorización del CEDIT sería, por ejemplo el permitir una deducción de gastos tecnológicos multiplicado por un factor de 1.5 o 2.0. Sin embargo, este instrumento se enfrentaría al difícil escollo de vigilar, en forma precisa y permanente, cuáles son gastos tecnológicos y cuáles son gastos de operación. Por otro lado, en este estímulo se corre el riesgo de subsidiar actividades de desarrollo tecnológico que no conduzcan a ningún lado. En cambio el CEDIT asignará el estímulo a la empresa que haya incorporado con éxito una tecnología nacional.

POLÍTICA DE FOMENTO INDUSTRIAL Y AGROPECUARIO.

Durante 1977 se emitió un Decreto, aparentemente el primero de una larga serie, destinado al Fomento Industrial de un sector específico de la economía: la industria automotriz. En esencia, este Decreto contempla regulaciones en la balanza de divisas de la rama, porcentajes de integración nacional, y estímulos fiscales a las empresas

que mantengan un saldo equilibrado entre importaciones y exportaciones.

Tal como en el caso de políticas fiscales, este Decreto no menciona en forma explícita el aspecto tecnológico en ninguno de sus artículos. Sin embargo, este sector tuvo en el periodo 70-75 la tasa más alta de crecimiento en personal ocupado de toda la industria manufacturera (50% en 5 años), y un dinamismo de crecimiento de las empresas nacionales comparable al de las filiales transnacionales (70%) sobre todo en fabricaciones de partes. Esto significa que es una rama con empresas nacionales en franca expansión, lo cual da un mercado potencial de demandas explícitas de Tecnología... Siempre y cuando se hubieran diseñado los instrumentos adecuados de fomento. La proposición en este caso es, claramente, incluir incentivos al desarrollo tecnológico dentro de estos Decretos.

De igual manera, siguiendo las sugerencias de NADAL, es posible promover, a través de los programas de fabricación que se aprueben, el fomento del desarrollo tecnológico nacional.

En el terreno agropecuario, existe un gran potencial de desarrollo tecnológico. Hoy en día, sin embargo, la mayor parte de las necesidades tecnológicas se cubren a través de equipo, insumos, e inversiones de infraestructura, más que por tecnologías de proceso. La demanda de tecnología aparecerá en el momento en que se implemente lo que parece ser la tendencia actual, es decir, la generación de complejos agroindustriales integrados verticalmente desde la producción básica hasta la comercialización del producto industrializado. Cuán lejos llegue esta política, es materia ajena a estos apuntes. Queda claro, en todo caso, que si no se involucra dentro del paquete de fomento a la actividad agroindustrial el Fomento tecnológico, el país habrá perdido una oportunidad histórica.

POLITICA DE INVERSIONES Y PODER DE COMPRA ESTATAL.

El Estado es un gran consumidor de bienes de servicios, y de tecnología. En este último renglón frecuentemente se comporta en forma aún más tímida que la empresa privada, y aparece menos dispuesto a enfrentar los riesgos del Desarrollo Tecnológico Autónomo, tanto en modificaciones de operación, como en la propia programación de inversiones.

En un elevado número de casos, las inversiones de las Empresas Estatales son previsibles a más de 1 o 2 años plazo. Esto es de una importancia clara, pues debemos recordar que los factores cruciales para la competitividad de la Tecnología Nacional son la oportunidad y la calidad, mucho más que el factor costo. Por tanto, si el Estado asume como política el abrir la oportunidad a los oferentes nacionales de tecnología, con la debida anticipación, el impulso que podría experimentar esta actividad sería muy grande.

Este es, posiblemente, el aspecto clave del Régimen de Tecnología, pues es el único terreno en que la demanda explícita de tecnología se expresa en plazos de años y no de meses. Su implementación implica, por otro lado, la decisión expresa de decenas de empresas estatales y organismos financieros de abrir la oportunidad a la Tecnología Nacional.

La implementación de estas normas exige un control sobre numerosos departamentos técnicos, lo que puede llegar a constituir una engorrosa maquinaria burocrática.

Se necesitan, por tanto, normas de carácter general y una de ellas, factible de tratarse también en forma experimental. Algunas empresas estatales, podrían inspirarse en un grupo de empresas mexicanas que han acordado, recientemente, destinar obligatoriamente un porcentaje fijo de las ventas al desarrollo tecnológico, tanto en la Planta Industrial, como en contratación de proyectos a mediano plazo.

V

MECANISMO DE APOYO DEL CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA A LA INVESTIGACION BIOMEDICA".

Ponencia presentada por el Dr. Mariano García Viveros. Secretario Técnico del Programa Nacional de Salud del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través de sus Programas Indicativos, pretende elevar el nivel de la investigación científica y tecnológica de nuestro país. Para este fin, tiene la responsabilidad de diagnosticar la situación existente e identificar los problemas reales que afectan tanto al ámbito científico, como al económico y social.

Para contribuir en la resolución de los mismos, propone a la comunidad científica y tecnológica, la ejecución de diversas acciones y aporta recursos económicos, técnicos y humanos para la solución de los mismos. Dicha contribución se da específicamente por la promoción de proyectos de investigación y desarrollo experimental, por la formación de recursos humanos, la cooperación científica y técnica internacional, la creación y fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica y la presentación de diversos servicios de apoyo.

El Programa Indicativo de Salud es uno de los mecanismos del Consejo para establecer una estrecha vinculación entre los miembros de la comunidad científica, así como entre ésta, los usuarios de la investigación en los sectores públicos y privados y las instituciones de docencia e investigación. Permite conjugar las actividades e intereses de cada uno de ellos en la prosecución de objetivos comunes. La participación multidisciplinaria e interinstitucional es propiciada por la constitución de comités de programa integrados por especialistas a título personal, representantes de instituciones y delegados del consejo Nacional de ciencia y Tecnología.

La participación financiera del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología dentro de los programas es complementaria con la que procede de otras fuentes y genera un efecto multiplicador. Busca optimizar la asignación y el uso de los recursos disponibles para las actividades científicas y tecnológicas. Una de las finalidades de las erogaciones efectuadas por el Consejo es generar un volumen mayor de recursos provenientes de las demás instituciones participantes en los programas.

OBJETIVOS GENERALES:

Todos los Programas Indicativos persiguen objetivos generales de carácter tanto científico y tecnológico, como de política de desarrollo, que pueden enunciarse de la siguiente manera:

- a) Coadyuvar a la resolución de problemas de relevancia nacional mediante el fomento de la investigación y la aplicación de sus resultados.
- b) Asesorar al Gobierno Federal y a los Gobiernos estatales, en aspectos relacionados con el campo de cada programa.
- c) Definir, diseñar y proponer políticas, planes y programas para el desarrollo y fortalecimiento de la ciencia y la tecnología en el campo de cada programa.
- d) Analizar, fundamentar y proponer políticas de asignación de recursos a la investigación, así como modificaciones factibles de incrementar la eficiencia del sistema científico y tecnológico en su área de competencia.
- e) Promover, dentro del programa, una amplia participación de los individuos y de las instituciones que realizan o se benefician con la investigación científica y buscar una mayor vinculación entre ellos.

Para el logro de estos objetivos, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, establece dentro de sus funciones los siguientes mecanismos para su realización:

1. Promover la creación de instituciones de investigación científica y de enseñanza superior en los campos que sean requeridas por la realidad de nuestro país.
2. Fortalecer las instituciones existentes, prestando servicios de apoyo complementarios para la investigación básica y experimental que más reclame el desarrollo nacional.
3. Promover la intercomunicación, coordinación y ayuda mutua entre las instituciones de investigación y de enseñanza superior; así como entre ellas y los usuarios de la investigación, para fomentar áreas comunes de investigación y programas interdisciplinarios, eliminar duplicidades, promover la utilización de la investigación y ayudar a la formación y capacitación de investigadores.
4. Fomentar y fortalecer las investigaciones, tanto básicas como aplicadas que se requieran, canalizando recursos adicionales hacia estas instituciones con la finalidad de abastecer del equipamiento necesario para el buen desempeño de sus trabajos.
5. Promover la creación de nuevas instituciones de investigación aplicada y proponer la constitución de empresas que empleen tecnologías nacionales para la producción de bienes y servicios.
6. Asesorar, a quien así lo requiera, para el establecimiento de nuevos centros de enseñanza científica o tecnológica, así como para la formulación de los planes de estudio de los mismos, y en la revisión de los planes existentes de las instituciones ya establecidas.
7. Fomentar programas de intercambio de profesores, investigadores y técnicos entre instituciones nacionales y entre éstas e instituciones del extranjero.
8. Promover y asesorar para el establecimiento de cursos o sistemas de capacitación, especialización y actualización de personal.
9. Intervenir ante las autoridades competentes para hacer expedita y oportuna la importación de todos los elementos de trabajo y apoyo que requiera la investigación científica y tecnológica, dictaminando en cada caso respecto a la justificación de la importación, y cuidando que las especificaciones de los bienes importados se ajusten a las necesidades del país y a los programas de investigación.
10. Asesorar a quien corresponda en la elaboración de es-

pecificaciones y normas de calidad de las materias primas y productos o manufacturas que se produzcan en México o deban importarse.

11. Propiciar e impulsar el establecimiento de servicios de mantenimiento, reparación y asesoría en su operación de equipos para la investigación.
12. Promover las publicaciones científicas mexicanas y fomentar la difusión sistemática de los trabajos realizados tanto por los investigadores nacionales, como por los extranjeros que residan en el país.
13. Mejorar y actualizar renovadamente el inventario nacional de recursos humanos, materiales y financieros destinados a la investigación científica y tecnológica.
14. Establecer un servicio nacional de información y documentación científica.
15. Asesorar y promover el establecimiento de sistemas de información, documentación y bibliotecas así como la captación de recursos humanos para el fortalecimiento de esta área.

En el cumplimiento de estas funciones se han tipificado algunos servicios, dentro de los cuales destacan los siguientes:

SERVICIOS

- Apoyo a la infraestructura científico-tecnológica.

Se da apoyo para la formación del personal y de la infraestructura material de las instituciones de enseñanza superior e investigación (a nivel de postgrado y/o especialización). Esto comprende los siguientes servicios: adquisición de equipo, material de laboratorio, material bibliográfico, contratación de profesores visitantes, repatriación de científicos nacionales, apoyo a investigadores distinguidos dentro de programas específicos, financiamiento de cursos o reuniones científicas, viáticos a investigadores que participen en reuniones científicas, subcontratación de servicios especiales, capacitación y estudios sobre demandas, necesidades de apoyo tecnológico a nivel regional y/o sectorial y organización de programas interinstitucionales en áreas prioritarias.

Los programas interinstitucionales se originan cuando se detecta un área de gran importancia para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país, donde la infraestructura económica y de investigación es deficiente. El Consejo coordina la intervención de aquellas instituciones de enseñanza superior e investigación, interesadas en el desarrollo de determinada área a fin de estructurar el programa correspondiente. A través de esos programas se une el esfuerzo de todas las instituciones interesadas a fin de establecer, entre otros, programas conjuntos de formación de recursos humanos, de utilización de los laboratorios de las distintas instituciones de intercambio de profesores. En todas estas funciones el Consejo colabora, tanto para la coordinación del programa como en la aportación económica directa para el desarrollo del mismo.

En cuanto a la importación de instrumentos, equipos y aparatos científicos, la DASA* asesora a las instituciones de investigación y educación superior del país y colabora estrechamente con la Secretaría de Comercio y con el Comité de Importaciones del Sector Público del IMCE, actuando como reguladora de las autorizaciones de fran-

* Dirección Adjunta de Servicios de Apoyo (CONACYT).

quicia de los impuestos de importación que ha concedido la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Existen apoyos de fortalecimiento que van dirigidos principalmente a centros regionales de investigación y asistencia técnica, institutos sectoriales e institucionales de información y asesoría.

En los casos de creación de centros regionales de investigación y asistencia técnica o de institutos sectoriales, la identificación de acciones posibles se logra de dos maneras: a) por indicaciones de los programas generales del CONACYT y b) propuestas externas. El CONACYT participa entonces en las investigaciones previas, en el análisis de las condiciones necesarias, en los estudios de viabilidad correspondientes y hasta en la elaboración misma del proyecto. Para asegurar el funcionamiento del nuevo centro sobre bases sólidas, se busca establecer un compromiso entre las instituciones que puedan apoyarlo. Entre éstas deberán figurar necesariamente los gobiernos de los estados, las instituciones de investigación y enseñanza superior y en su caso la iniciativa privada.

- Servicios de información y Documentación.

La DASA brinda asesoría en la organización de los servicios bibliotecarios en instituciones de enseñanza superior, y en especial en las de provincia, en la creación y organización de centros de información especializada que opera dentro de centros de investigación. También se ofrece asesoría en la distribución y especificaciones necesarias para nuevas bibliotecas. Se elaboran listas de acervo bibliográfico básico para diferentes carreras profesionales a nivel de licenciatura como un apoyo a las actividades de enseñanza en las mismas.

Se elabora el Catálogo Colectivo de Publicaciones Periódicas, donde se registran, en un banco de datos, las revistas existentes en diferentes bibliotecas de la República. El proyecto de la Red Automatizada de Bibliotecas contiene en una base de datos las referencias bibliográficas que facilitan la búsqueda de información sobre temas específicos. También apoya a las bibliotecas en sus actividades de carácter técnico a través del suministro de las fichas respectivas.

Los anteriores servicios se ofrecen a instituciones de enseñanza superior, fundamentalmente de provincia y a instituciones de investigación especializada promovidas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en apoyo al Sector Productivo y al Sector Científico.

CONACYT apoya la preparación de personal a nivel técnico y profesional en el área de información y documentación a través del curso intensivo de entrenamiento técnico para bibliotecarios, maestría en biblioteconomía y ciencias de la información, cursos cortos y seminarios. Además se realizan actividades de apoyo a asociaciones nacionales e internacionales vinculadas con el área de información y documentación.

También se ofrece el Servicio de Diseminación Selectiva de Información y Asesoría Técnica en búsqueda de información a través de sistemas automatizados, así como en entrenamiento y capacitación para el uso de estos sistemas.

Los apoyos anteriores se otorgan a Bibliotecas y a Centros de Información, así como a grupos de investigadores y tecnólogos que no cuentan con biblioteca propia.

Todas estas actividades de información están orientadas hacia la integración del Sistema Nacional de Información Científica y Técnica que por ley corresponde al Consejo es-

Asesora a las instituciones con atribuciones normativas en los siguientes aspectos: capacitación y entrenamiento, fortalecimiento de la capacidad de metodología en centros de investigación, certificación de la calidad, diseño de laboratorios en apoyo al control de calidad en áreas específicas, apoyo a los comités consultivos de normalización, apoyo directo al Comité Consultivo de Normalización Básica (CCNB) y en lo referente a recuperación de información técnica de las normas en beneficio de la normalización nacional.

- Servicios descentralizados.

El consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ha promovido desde 1972 la creación, en provincia, de centros de investigación científica y tecnológica.

En general estos centros promovidos y/o apoyados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología se han constituido como instituciones estrechamente vinculadas a la problemática regional.

Actualmente, la mayoría de los centros han sido dotados de personalidad jurídica propia y de autonomía para la realización de sus actividades. El Consejo ha tenido especial cuidado en no constituir nuevos grupos de investigadores si esto implicara afectar a los ya integrados. En virtud de ello, se ha buscado la cooperación y coordinación con otras instituciones.

VI

"RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE INGENIERIA BIOMEDICA".

Ponencia presentada por la Dra. Rosalia Rodríguez García

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
Programa Nacional de Salud.

A principios del año se elaboró en el Programa Nacional de Salud del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, una proposición y protocolo de investigación para determinar el estado de la Biotecnología en México; para mí, igual que para muchos otros médicos desconocido. Desde entonces hemos procurado buscar y tener contacto con las instituciones y los profesionales relacionados con la Biotecnología. Al detectar un grupo nos referían a otro y así en cadena, hemos llegado a una significativa cantidad de profesionales que ahora se agrupan, en su mayoría, en la recién formada Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica.

La manera que habitualmente se sigue para recabar información específica y uniforme de datos sobre instituciones y personas, es la elaboración y realización de encuestas. Por tradición son tediosas y muchas veces infinitas y sin destino. Sin embargo, en particular, elaboramos, bajo la asesoría de encuestadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología un tipo de encuesta que valorara a las instituciones y otro a los profesionales. El primero, detecta los datos generales de la institución: su historia, hechos que han ocurrido antes de que se formara un grupo dedicado a la ingeniería biomédica; sus datos físicos y recursos; sus programas académicos y de investigación. Por último pretendemos recabar datos sobre el alumnado pasado y presente, así como sus datos personales para intentar hacer contacto con cada uno de ellos.

Se enviaron 5 impresos de este tipo, por haber locali-

zados con exploración personal y en base a otras encuestas realizadas por el Departamento de Desarrollo Técnico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el mismo número de instituciones dedicadas de alguna manera a la Ingeniería Biomédica. Hemos recibido 3 respuestas: la primera de la Universidad Iberoamericana, donde la naciente carrera de Ingeniería Biomédica es oficial y plenamente estructurada a nivel de licenciatura con 370 créditos. Cuenta con suficientes recursos físicos, no así de instrumentación. Hay 8 profesores y ellos mismos desarrollan la investigación. La población escolar actual es de 50 alumnos y han obtenido el título académico 10 personas.

La segunda respuesta correspondió a la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, institución que hasta el momento actual es la que posee mejores recursos y estructuración para la enseñanza en Ingeniería Biomédica. Su nivel es de licenciatura con 488 créditos, varios programas de investigación y presumiendo que se debe a un error de copiado o envío no recibimos datos sobre el profesorado y alumnado.

La tercera respuesta institucional correspondió a la Universidad Autónoma de México, donde la carrera no está organizada y se trabaja sobre el tema en varios lugares; en el Instituto de Biología; Departamento de Biotecnología; Facultad de ciencias; Laboratorio de Cibernética y Laboratorio de Biofísica; División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería e Instituto de Investigaciones Biomédicas. A pesar de que las personas que trabajan en los lugares antes mencionados mantienen una relación estrecha, no se ha logrado establecer formalmente la carrera, pero sí mantener el interés del alumnado por la Bioingeniería; lo que ya ha creado la necesidad, que esperamos sea satisfecha pronto.

La encuesta que se elaboró para los Ingenieros Biomédicos o Profesionistas relacionados, incluye los siguientes datos:

- generales, donde se pedían los personales, así como la ocupación actual.
- académicos, suplicando se incluyera curriculum vitae.
- laborales, del pasado y presente, incluyendo la docencia y a la investigación.
- subjetivos, relacionados con opiniones y sugerencias personales sobre la Bioingeniería, además de recabar razonamientos por el abandono del área o el país.

Se enviaron un total de 100 encuestas a profesionales, obteniéndose respuesta en solamente 21 casos. A pesar de la desilusionante y poco fructífera experiencia, a continuación expongo los resultados de las mismas.

De las 21 personas que respondieron:

- I 14 Ingenieros, de los cuales 5 tienen maestría y 2 doctorado, sólo 1 es Ingeniero Biomédico, 1 físico con estudios de Maestría en Biología, 6 médicos, 2 de ellos con doctorado, lo que refleja la carencia de la carrera en México y el esfuerzo de la gente interesada en dedicarse a ella y formarla.
- II 20 de los encuestados se dedican a la Ingeniería Biomédica, en su mayoría al área de la docencia, pues sólo 3 profesionales mencionan trabajo en hospitales u otras instituciones. Significativo para observar la realidad del mercado de trabajo que en detallé se ha discutido en la sesión de hoy.

En cuanto a las opiniones generales, hay una coincidencia en el esfuerzo interdisciplinario, como primer paso. Hacen alusión a la importancia y al impacto definitivo que la nueva Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica sus-

tenta; recalcan la prioridad de la investigación básica para la creación de la estructura vertebral y demandan el aprovechamiento del amplio campo biotecnológico con la propaganda y educación a los usuarios, que a la postre ni siquiera conocen el beneficio que se les puede proporcionar.

La burocracia y los problemas administrativos, el correo deficiente, las malas experiencias anteriores, las limitaciones del tiempo y la desidia humana, me parecen las mejores explicaciones para los deficientes resultados del encuestamiento, ese enjambre de complicaciones en el que nos perdemos por falta de motivación.

Así pues una parte de la investigación propuesta para conocer el estado de la Biotecnología en México, ha sido truncada y por lo tanto no fructífera. Es mi esperanza, al verlos reunidos para la abierta y sincera discusión, que conozcamos lo que fue imposible averiguar con las tediosas y matemáticas encuestas.

No basta poseer la verdad, hay que proclamarla.

MESA REDONDA.

Coordinador: Dr. Mariano García Viveros.

Como Coordinador de esta mesa quiero confesar que nunca había asistido a un Seminario en el que circularan tantos idiomas tan diferentes y no hubiera traducción simultánea. Hablar entre maestros, los que enseñan una materia determinada, quienes trabajan en la materia, quienes se dedican a la investigación, quienes se dedican a la industrialización, a la comercialización y a la venta, lo que representa un área tan importante para México, cada quien habla su propio idioma, y no sé si voy a poder coordinarlos a todos, les ruego me disculpen.

Yo pertenezco a una área donde este tema indirectamente sirve, sirve en el sentido que estamos en contacto directo con quien es beneficiado por la Bioingeniería: el enfermo. Hasta ahora nadie ha pensado en que los millones de pesos que se gastan en importar o en producir, o la ganancia de un comerciante, repercute directamente en que en una Institución de Salud, en un momento dado, haga vivir un poco más a ese enfermo, o lo salve de la muerte.

Quisiera pedir a cada uno de los participantes que nos diera su opinión acerca de los datos que inicialmente nos dio GABRIEL VILLELA sobre el dinero que está empleando México para importar el equipo Biomédico utilizado en las Instituciones de Salud del país. Las cifras asustaron en un principio, hubo quien dijo que eso no le alcanzaba ni para guardar en la cartera. Yo quiero referirme a este dato que considero muy importante. Si son 27 millones de dólares que gastó México para traer aparatos y que prácticamente en un 75 u 80% lo fueron por Instituciones de la Seguridad-Social, el resto, que es el 20% por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, que es la que da atención médica a más del 50% de la población del país (las Instituciones de Seguridad y Servicio Social, (IMSS, ISSSTE, Ferrocarriles, Petróleos, etc.), están gastando muchos millones de pesos en atender enfermos; ¿qué tienen nuestros trabajadores de particular que los haga diferentes a los que no tienen seguridad social? Solamente pueden existir dos explicaciones lógicas, y una de ellas es ésta: Que los que compran los equipos tiene mucho interés en comprarlos y el que los vende tiene mucho interés en venderlos y entonces sólo así los que tienen dinero son capaces de resolverlo. Yo quisiera preguntarle al Re-

presentante de Nacional Financiera si, haciendo un análisis real del equipo que se está importando, existe alguno que pudiera ser utilizado en lugar de comprar equipo nuevo, es decir, México cuenta con un determinado arsenal de equipo, por qué entonces tiene que comprar cada vez más equipo?

Ing. Gabriel Villela: Es posible que gran parte del equipo que existe no pueda ser fácilmente reparable y reutilizable. Por otro lado, si existiera un control de todo el equipo que existe en México, un control preciso, es decir un archivo para determinar qué tenemos, dónde lo tenemos, cómo lo estamos usando, se podría controlar y regular la importación de equipo nuevo de una manera más precisa. Como lo dije al principio de la plática, el equipo que se importa no se importa de acuerdo a un plan, sino que se importa cuando se necesita, entonces ese aparato se importó y no me pongo a investigar si en México existe ese aparato o si hay alguien que lo tenga y me lo pueda prestar, o si este equipo está en proceso de reparación, etc. Existe una anarquía en cuanto a la compra de equipos, por eso creo que existe tanto equipo utilizado a medias, equipo que no era necesario tenerlo.

Participante: Comparto la opinión de que es necesario se haga un inventario nacional del equipo biomédico en el país. Además de que es necesario, se hace también inevitable que, como se hacen cargas de máquinas en la industria, se hiciera un sistema en las Universidades y Centros de Investigación donde se llevara un registro de la utilización de este equipo. Como ya se mencionó el equipo se compra muchas veces por prestigio, otras porque existe la partida presupuestal para comprarlo, o porque el doctor es influyente y puede disponer de fondos. Sin embargo, se cae en muchos errores, como por ejemplo, de que en cardiología existan aproximadamente cinco micro-proyectores, a nivel mundial se han producido únicamente 20, o sea que aquí, en México, está concentrado el 25% de esos micro-proyectores. Otro ejemplo es el de microscopios electrónicos que andan en el rango de 1 a 5 millones de pesos dependiendo de las características de los mismos. Hay instituciones que poseen 12 aparatos de estos. Hay universidades que no tienen ni uno, hay Institutos de Investigación que tienen cuatro, podríamos decir que a grosso modo, existen 30 microscopios electrónicos en el país. Muchos países más desarrollados que México difícilmente alcanzan a tener la mitad de lo que nosotros tenemos. Además de los equipos que no funcionan y no cumplen las necesidades, definitivamente son equipos que se adquirieron para dar prestigio a muchos investigadores. En estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional, esta por ejemplo el Doctor Martínez Palomo, que ha hecho investigaciones de carácter internacional y ha recibido felicitaciones por los trabajos desarrollados en su laboratorio, pero por este ejemplo positivo, podemos encontrar 15 negativos. Entonces pues, una política de importación de equipo debería adecuarse a un registro o un inventario nacional.

Dr. García Viveros: Me gustaría oír la opinión del Ing. Fausto Gómez, en relación a quiénes venden los equipos y por qué los venden.

Ing. Fausto Gómez y Gómez: Definitivamente, hay mucho de cierto en lo que se ha mencionado respecto al *planteamiento anticipada a la adquisición, lo mencioné anteriormente.*

Creo que esa es una de las obligaciones que tenemos, no

sólo la gente que está en la investigación, sino todos los mexicanos, ser más conscientes en la adquisición. Así como existen compañías éticas en sus ventas, también hay otras que no lo son tanto, y definitivamente es un vicio lo que ha sucedido en México en muchas áreas.

El prestigio es, muchas veces por el nombre de la Institución, o por otras razones, que todos conocemos, pero definitivamente cuando yo mencioné la tercera etapa y es la que yo espero que comience en el año de 1979, la concientización que debemos tener los que estamos relacionados, en alguna forma, con el ramo médico, para planear, normalizar, para adquirir el equipo que sí sea necesario, y no exclusivamente, basado en una propaganda o basado en necesidades que no son reales en nuestro país. El día de ayer escuchamos una opinión muy atinada respecto a que nuestro principal índice de mortalidad no está basado en las enfermedades cardiovasculares como en los países adelantados. Eso significa que nosotros no tenemos por qué ser un país con una cantidad exorbitante de monitores de cuidados intensivos, de unidades coronarias. Nosotros debemos ser un país que tenga recursos pero bien planeados.

El Ingeniero Gus de la Institución Mexicana de Desarrollo del DIF, tenía una opinión muy valiosa, yo le pediría que él como extranjero que está en el ramo médico, nos hablara.

Ing. Leonardo Gus (Instituto Nacional de Perinatología. DIF): Expresaba mi comentario al ingeniero Fausto Gómez, una preocupación que emana del Instituto Nacional de Perinatología, y que quiero resumir brevemente.

Mencionaba el Ing. Ugalde el problema de un inventario nacional de la dotación instrumental aplicada a la clínica para servicios de diagnóstico y tratamiento. Yo iría un poco más lejos, trataría de efectuar un mapa nacional para ver cuáles son las áreas de concentración de equipo, y cuáles son las áreas que no estén provistas de equipo.

La relación médico-paciente es del orden de un médico por cada diez mil habitantes. Yo pregunto, en esas circunstancias ¿cuál sería por ejemplo la relación de electrocardiogramas a pacientes o a habitantes?, ¿cuál sería la relación de laboratorios, de técnicas muy simples, muy rudimentarias que puedan realizar biometrías hemáticas rápidamente y a bajo costo?, en fin, una serie de cuestiones elementales: ¿cuál es la relación de ese equipo, de esa implementación elemental por habitante? y ¿cuál puede ser la constitución de las distintas disciplinas que se reúnen aquí bajo el nombre de Tecnología Biomédica, para tratar de dar solución, por lo menos tecnológicamente a este problema? Recogiendo las experiencias y las opiniones que ayer nos comunicaba el Dr. Remolina, apoyo la idea de producir equipo simple, elemental, barato y en cantidad suficiente como para dotar a todos aquellos lugares que carecen, en este momento, del instrumental más indispensable.

Casualmente hace unos días me enteré que en Taxco, Guerrero, hay un electrocardiógrafo para toda la comunidad, pero hace cinco años que no trabaja.

Yo mencionaba la filosofía del Instituto Nacional de Perinatología en el sentido de que como muchos seguramente saben, es un Instituto que se ha dotado de un instrumental muy avanzado de investigación, hay monitores, equipos de ultrasonido, instalaciones de rayos X muy avanzadas, laboratorio de análisis clínicos y pruebas especiales, pero la idea es que las conclusiones y la información que se puedan obtener a través de un instrumental

tal sofisticada ser vertida a la comunidad a través de reglas, de normas simples, de posible aplicación por aquellos médicos que participan en el área de perinatología en cuanto al fenómeno de la reproducción humana, y también en el sentido de ver la forma cómo se pueden substituir las facilidades que otorgan los equipos de alta sofisticación para que, con medios más simples, pero ajustados, probados y puestos a punto en el Instituto, un médico que no tenga este tipo de instrumental pueda, por lo menos, acceder a las primeras etapas del diagnóstico precoz, de los problemas perinatológicos.

Resumiendo un poco lo que acabo de decir, quisiera nada más felicitar a quienes han expuesto ya los logros y las ambiciones que pretenden cristalizar a través de la investigación en Ingeniería Biomédica. Se ha visto que se han mencionado equipos que creo nada tienen que envidiar a la tecnología de países mucho más desarrollados, que seguramente va a redundar en un aumento cualitativo en cuanto a la asistencia médica; pero en cierto modo pienso que no hay que olvidar los aspectos cuantitativos, o sea tratar de desparramar en lo posible la tecnología de último momento, sino la tecnología más elemental de la que seguramente se carece en muchos sitios.

Dr. Fernando Prieto (Hospital Español): He sido médico por más de diez años, y tengo además un doctorado en Ingeniería Biomédica. Quisiera poner en orden algunos pensamientos.

Uno de los puntos, que ya se señalaron muy acertadamente, es lo heterogéneo que es México en materia de recursos. Hay lugares en donde, posiblemente, sean necesarias las cosas y no las hay, porque las personas, las comunidades, no pueden pagarlas. Es decir, nosotros tenemos que saber que una cosa que, se va a usar en un lugar exige recursos para pagarla. No solamente hay que hacer el mapa o la encuesta de donde hay algo o no y donde hace falta, sino quién va a pagar para que ese recurso exista.

El que se compre un aparato, un recurso tecnológico, también requiere que las personas que lo han de usar tengan habilidad, lo conozcan, puedan utilizarlo, lo apliquen en la práctica, etc. Probablemente a eso se debe que se concentren recursos incluso de tecnología muy importantes, y avanzados, en algunas universidades donde tenemos investigadores a nivel muy alto, y que existan muy pocos de esos recursos en otros lugares donde nadie sabe para qué sirven, cómo se usan, o quién puede pagarlos. El doctor Remolina nos indicaba que un proyecto viable de producción de un instrumento empieza con la existencia de alguien que quiere pagarlo, que sabe qué es lo que necesita, que está deseoso de comprarlo y luego lo va a saber utilizar y mantener.

Ciertamente, es otro el problema de las Instituciones de Salud. En lo que se refiere a la compra excesiva, es decir, cuando alguien le interesa comprar es porque va a ganar algo comprando. Ese es otro problema que no tiene que ver con esto. En esos casos también sucede que el equipo queda sin usar, pero es un problema que no se refiere nada más al campo de la Ingeniería, sino que es un problema de corrupción.

He tenido oportunidad de trabajar en instituciones privadas. Estoy ahora en el Hospital Español, allí probablemente hay menos corrupción, aunque la hay en cierto grado. El problema es menor aquí porque hay dinero para comprar. En realidad cuesta mucho trabajo obtener algo aunque al final cuando se justifica bien, se obtiene.

Desgraciadamente, estas instituciones de tipo privado constituyen todavía una parte demasiado pequeña del contexto general. En relación también con lo que decía al principio, este sistema de consumo es muy costoso para el usuario, aún en una institución como el Español, que es de beneficencia. Aún allí, es necesario estar comprando equipo y se compra por muy diversas razones, una es porque el equipo realmente se usa. Entonces el equipo se gasta y muchas veces la reparación del equipo no resulta buena ni accesible, y hay que comprar un equipo nuevo.

Recientemente se adquirió, en el hospital, un equipo para una medición de laboratorio de terapia intensiva, y después de un año de uso, a pesar de que no se dejó de usar prácticamente ningún día, la reparación que requirió equivalió aproximadamente el diez por ciento del costo inicial del aparato. Realmente a este costo, a veces uno prefiere usar el aparato hasta que se acabe y entonces comprar otro.

La tecnología también mejora, cambia, entonces hay que introducir nuevos avances. No puede uno quedarse con un aparato de Rayos X por mucho tiempo por más que uno cuente con el anticuario para repararlo, porque resulta que después de un tiempo el aparato ya no da los estándares requeridos para su funcionamiento. Es otra de las razones por las que el equipo tiene que irse renovando.

Estos comentarios vienen a la primera pregunta, por qué hay que estar comprando y cómo puede organizarse esta compra de equipo. Creo que si está bien hacer e impulsar toda esta serie de encuestas de cuánto equipo hay, dónde está, etc. Luego habría que saber quiénes tiene derecho a usarlo porque a veces se está en la situación que el Hospital del ISSSTE tiene un equipo y el del Seguro que está enfrente no lo tiene, pero los usuarios de éste no tienen derecho al uso del equipo de aquél.

Sería importante determinar quién tiene derecho a usarlo, cómo se va a implementar cuando exista un recurso para que lo use la mayor parte de la gente y qué se va a hacer en los lugares en donde la gente no pueda pagar. Además, cómo se va a formar el apoyo de recursos humanos a la compra, adquisición, uso y mantenimiento del equipo. Es un programa, también indispensable. Donde creo que el problema de desarrollo de la Ingeniería Biomédica tiene mucho que hacer, es la educación del médico y principalmente del ingeniero en los distintos lugares: saber que hay que tener una persona que sepa qué necesitamos, para qué lo necesitamos, dónde lo debemos adquirir, cómo se debe mantener, quién va a pagar por ello, etc. Creo que el desarrollo de la Bioingeniería tiene que ser muy importante en este segundo recurso, en el de hacer conciencia de que se requiere que las instituciones sepan cuáles son las necesidades, y cómo se van a solucionar con tecnología.

La mayor parte de los problemas tienen que resolverse donde no hay actualmente recursos económicos, o sea en los lugares en donde tenemos un médico por cada 20 mil habitantes, o por cada 10 mil.

En estos lugares no necesitamos biomedicina ni computación, ni laboratorios, sólo necesitamos algunos médicos más, que puedan ir a ver a los enfermos, algunas parteras que puedan aconsejar a las mujeres cómo tener los hijos, etc.; pero tampoco detenernos porque existe este panorama.

Tenemos otros lugares en donde somos un país más desarrollado y en donde los problemas se pueden resolver tecnológicamente, pero siempre teniendo en mente primero, que aparte de los problemas de corrupción o de

mala administración, debe existir alguien que sepa las cosas que se necesitan y que pueda utilizarlas adecuadamente. Esto requiere información, capacitación y canalización de recursos económicos.

Dr. Carlos Lara Navarro (Médico Cirujano, Encargado del Servicio de Ingeniería Biomédica del Hospital "20 de Noviembre"): A nuestro modo de ver, creemos, que la Ingeniería Biomédica en nuestro país tiene dos aspectos muy importantes: el primero, que puede resolverse inmediatamente, y el segundo que puede resolverse a medio y largo plazo.

El primero: todos aquellos incidentes que en el medio hospitalario nos acosan día a día con la instrumentación que tenemos; y el segundo, la falta de tecnología, conocimientos y personal capacitado para atacar esos problemas.

Viendo estos dos aspectos, el Doctor Manuel López Portillo, Sub-Director Médico del "20 de Noviembre", dio su anuencia para que se estableciera un servicio de Ingeniería Biomédica en el Centro Hospitalario "20 de Noviembre".

Ing. Jose Paulino Lozada: Solamente deseo poner énfasis en un tema que ya se ha venido tratando aisladamente: la descentralización tratado por el Doctor García Viveros. Quiero recomendar a los señores fabricantes, autoridades, médicos, que no olviden este aspecto tan importante y sobre todo cuando se trate de una industria o una ciencia nueva, no olviden descentralizar, porque ya sabemos por experiencia los problemas que trae la centralización. Quería comentar mi experiencia personal a este respecto. Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología obtuve una beca para mi maestría en Ingeniería Biomédica, a mi regreso, aunque soy del Distrito Federal, ya no quise vivir aquí y actualmente me encuentro ante la disyuntiva de que o me vengo a vivir aquí o dejo la Ingeniería Biomédica, porque en provincia parece ser que no hay nada que tenga que ver con la Ingeniería biomédica.

Ing. Miguel Lindig: Me parece que se hizo una pregunta específica respecto a la Ingeniería Biomédica, cuya respuesta no veo que se haya expresado en relación a los problemas tecnológicamente sencillos y a la disponibilidad de la Ingeniería Biomédica para atacarlos.

Yo quisiera referirme a un ejemplo concreto, vamos a hablar de un Baumanómetro. Es obvio que los principios físicos de ese instrumento son conocidos, que en principio no hay problema que impida producirlo en México. La descompostura más usual de un Baumanómetro es la rotura de la columna, por lo tanto parece que el vidrio no es el material más adecuado para implementar esa columna. Hay que hacer una investigación, pero tal vez por simple no tiene apoyo, o al menos yo no siento que tenga apoyo ni en las Universidades. Como con respecto al Consejo Nacional de ciencia y Tecnología, yo quisiera saber si el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología está dispuesto a apoyar esa clase de investigaciones.

Habría que analizar por ejemplo qué material plástico no se siente afectado por el mercurio. Es factible hacerlo, claro, en función de lo que dijo el Ingeniero Fausto Gómez sobre la rentabilidad de una producción, de un implemento de ese tipo, hay dudas muy serias.

¿Es posible fabricar suficientes Baumanómetros que justifiquen una estructura fabril, administrativa, para resolver ese problema? Es probable que si se fabrica sólo el Baumanómetro, tal vez no, pero si se combina con un estetoscopio puede ser que sí.

Ahora yo me pregunto si esa clase de estudios de fac-

tibilidad o de comercialización, etc., son realmente una tarea del Ingeniero Biomédico.

En lo personal si estoy interesado en colaborar en este tipo de problemas. Yo me pregunto si existen estructuras tanto desde el punto de vista de la investigación como desde el punto de vista gubernamental, implementación de políticas de fabricación, que en efecto hagan útil un trabajo en ese campo.

Se mencionó el problema de la medicina en los poblados chicos. Tal vez los médicos mismos no hayan encontrado una solución de estructura a ese problema. Insisto, a nivel tecnológico, yo creo que no hay inconveniente en que colaboremos en ese tipo de problemas. Yo quisiera preguntar nuevamente si existen estructuras que primero permitan ese tipo de investigación, que no es científica, sino tecnológica, y segundo, si hay mecanismos que en un momento dado puedan apoyar una posible fabricación de ese tipo de cosas, para que la investigación en sí no sea una situación estéril.

Ing. Gabriel Vilella: Sí, hay una estructura que permite llevar la parte de diseño a la producción. Existen organismos dentro de Nacional financiera que se dedican a hacer los estudios de prefactibilidad nacional, que se dedican a apoyar a la industria pequeña, en este caso sería una industria electrónica.

El problema es que existe un divorcio entre el diseñador y el fabricante. No es lo mismo el prototipo diseñado al prototipo a vender. Hay que hacer una serie de modificaciones para hacerlo comercial.

Entonces si es muy importante que exista una conjunción, un matrimonio entre estas dos ramas. Actualmente se trata de que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología sea el vínculo, Nacional Financiera trata de ser la parte que aporta el dinero, para permitir este matrimonio. No queda más que afirmar que sí existe una estructura.

Ing. Alfredo Saracho Molina: Hay que hacer notar una cosa, desde mi punto de vista va a ser un poco estéril si no se hace un cuadro básico de instrumentos para hospitales, únicamente, no de investigación, donde por medio de un comité integrado por el ISSSTE, Seguro Social, etc., se viera cuáles son los equipos ideales para, en su caso fabricarlos aquí en México, si hubiera alguien interesado, o en su defecto importarlo.

Esto traería bastantes beneficios, en primer lugar no es lo mismo tener refacciones para un equipo que tener refacciones para diez equipos. Se ha visto que las casas comerciales que importan no están dispuestas a tener un inventario alto de refacciones. La única solución desde mi punto de vista, es que se haga ese cuadro básico para que se puedan negociar dos, tres, cinco equipos, y no comprar cincuenta diferentes.

Si se forma este comité y se integra este cuadro básico, de equipo Biomédico, es posible presionar a las casas a que tengan este almacén.

Actualmente la Sub-Dirección Médica del ISSSTE, a través de órdenes precisas del C. Sub-Director Doctor Manuel López Portillo y de la Jefatura de Servicios Técnicos Normativos, en responsabilidad con un servidor, ha estado elaborando un programa de Ingeniería Biomédica, en donde se parte de ciertas inquietudes manifestadas aquí, como es la del inventario, la de manuales de operación, y traducción a un lenguaje más común para operadores habilitados y la redistribución de equipos para el mejor aprovechamiento de los mismos, una racionalización de recursos humanos a través de la asesoría técnica. Todo esto encaminado, precisamente, a evitar las al-

tas erogaciones debidas a la adquisición de equipo que no usamos.

Quiero que se entienda que ya se empieza a hacer algo dentro de algunos centros de salud pública; en el caso particular del ISSSTE, ya está en proceso. Sin embargo, no podemos decir que vamos aprisa, porque es un ámbito grande, no es sólo una unidad médica sino son muchas y el problema es atacar no a una unidad, sino a todas las unidades dentro del ámbito. Se manifestaron inquietudes sobre los equipos para sacar partes o fracciones, es una de las cosas que ya se está implementando también, para evitar erogaciones.

Sin embargo, no podemos decir que está resuelto el problema de la Ingeniería Biomédica dentro del Instituto, pero si vamos a un paso lento pero seguro para poder realizar un trabajo encaminado a dos áreas que antiguamente eran totalmente extrañas y en la actualidad las hemos tratado de unir a través de la Ingeniería Biomédica.

Elaborar manuales de operación sobre equipos que no tenemos también es otro de los procesos que ya esta en camino. Todo esto trae a colación que podría servirnos también para reunir a varias o a todas las casas o unidades que tengan a su cargo servicios donde se utilice equipo electromédico, etc. El objetivo de reunir a todas ellas, es para poder cambiar impresiones, como actualmente lo estamos haciendo. Esto si lo dejo como una recomendación, como una ponencia, para una posterior discusión en la reunión, para conocer también las inquietudes de otras dependencias que requieran la aplicación del servicio de Ingeniería Biomédica.

A través del departamento de enseñanza del ISSSTE se está elaborando y estructurando un centro de investigación lo cual no es fácil, tampoco se puede determinar el tiempo que se tardará en montar un centro de investigaciones y menos a nivel oficial.

Espero que con esto queden aclaradas algunas dudas y otras recomendaciones que se han hecho.

Dr. Barra (Dirección General de Normas de la Secretaría de Salubridad.): Se ha hablado de traducir manuales de operación, de preparar personal para darle mantenimiento a los equipos médicos; realmente se están solucionando los problemas a las casa representantes al traducir los manuales, al preparar gente. Es más, tengo experiencia en el Seguro Social, trabajé seis años en el Instituto, hay un departamento de equipo médico que es sumamente costoso. A los dos años quedan obsoletos los conocimientos técnicos para la reparación de los equipos.

Además nos estamos echando a cuestras la traducción de un manual que es lo que debe hacer el fabricante, y además si nosotros lo hacemos no tenemos el criterio suficiente del diseñador que hizo el equipo.

Realmente estamos solucionando los problemas de las casas representantes y además les estamos abriendo el paso a una tecnología extranjera, que en un momento dado no es la adecuada para el país.

Me he encontrado en el Instituto y en la Secretaría de Salubridad, con equipos sobrados en toda la extensión de la palabra, que se usan en una de sus veinte funciones y no se ha adquirido otro equipo por falta de conocimientos, de orientación del personal normativo, y de comunicación. Además porque sus diseñadores no han visto nuestra problemática.

Realmente tenemos problemas bien diferentes a otros países, creo que el mensaje es que no movamos un dedo para solucionar los problemas de otros países o de casas representantes y formar un grupo de técnicos muy es-

pecializados, con altos sueldos y además que a los dos o tres años ya sean obsoletos.

Dr. Mariano García Viveros: Yo quería contestarle acerca de esto. Creo que vivimos en un país en donde está permitido que mucha gente pueda comprar un Mercedes Benz. Aquí hemos oído que hay quien exige que haya gente que compre Mercedes Benz y que a los otros se les deje andar descalzos, dicho de otra manera pero indirectamente así, fue expresado. Creo que una de las funciones que tenemos en este momento, en parte como representantes del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, es que debemos propugnar para que el investigador, de quien surge la idea para crear nuevas cosas, aquel que tiene la capacidad de llevar a cabo la realización o la industrialización, y los que tienen el control del dinero para la comercialización, hablen el mismo idioma. Alguien tiene que ser beneficiado y es el que ha perdido la salud.

Dijeron que la salud no tiene precio, pero la enfermedad sale carísima, y eso está en manos de quienes deben realizar la investigación de Ingeniería Biomédica en ese caso.

La independencia tecnológica no implica solamente tener capacidad para producir y para que nos dejen pensar, también para elaborar, vender y mantener. Que no nos vendan un aparato del que tenemos que comprar hasta los tornillos o la tinta. Cada uno de estos aparatos implica un gasto enorme para el país, no podemos ver el punto de vista exclusivo de una institución que tiene dinero para pagar. Entonces, en manos de los investigadores y en manos de quienes lo producen debe estar la solución del problema.

Ing. Fausto Gómez y Gómez: Yo quisiera más que comentar, enfatizar sobre la respuesta a algunas preguntas que han quedado sin contestación. En primer lugar el Ing. Villela habló sobre la vida útil del equipo electrónico y preguntó si realmente el equipo que tenemos actualmente se puede reutilizar. Definitivamente sí, es una de las áreas de los mercados que se tiene como Ingeniero Biomédico, poder ir a los lugares correspondientes y reparar las máquinas.

La vida útil de un equipo electrónico es variable, pero definitivamente no debe ser menor de cinco años, y tenemos ejemplos que van hasta los doce y trece años de equipos que están actualmente en operación.

Hay otra pregunta que no tuvo contestación: Cambio de tecnología. Estando en una de las empresas de alta tecnología electrónica, puedo decirles que la tecnología está cambiando en las partes internas de la máquina, pero si comparamos un electrocardiógrafo de hace quince años, con un electrocardiógrafo actual, sus diferencias no son tan drásticas como el cambio de precio.

Un monitor para frecuencia cardíaca, por tener un microprocesador y pantalla digital, no implica necesariamente que el primer monitor que usamos, que tenía un medidor analógico, sea obsoleto.

No es cierto que la tecnología obsoletice las cosas a esa velocidad, lo que pasa es que nosotros queremos obsoletizarlas.

Hemos utilizado calculadoras electrónicas que ciertamente son máquinas que han cambiado en forma radical, pero si utilizamos la máquina para sumar, restar, multiplicar, dividir, podemos seguir utilizando aquellas máquinas un poco más lentas probablemente, pero que aún son útiles.

En nuestro país es importante tomar en cuenta estos puntos, tal vez mis comisiones van a bajar pero creo que

es una aportación ética que se debe hacer.

Hay otra cosa también que no quedó clara cuando se comentó sobre los millones de dólares. Las cifras que tengo para 1976 en el gasto de equipo electromédico incluyen rayos X y demás, aproximadamente 700 millones de pesos, o sea 35 millones de dólares. Comparado esto con la intervención anual que hace mi compañía, solamente en investigación y desarrollo es del orden de 125 millones de dólares, esto nos da una idea un poco más clara de lo que estamos hablando.

Yo sí creo que parte de la estrategia, cuando menos ya se empezó a mencionar, es la de apoyar el esfuerzo de gente que está trabajando, no destruir lo que ya está construido. Esa es una de las cosas que hay que hacer con urgencia.

Participante: Yo quisiera nada más, señalar algo que tal vez para los Ingenieros Biomédicos sea más realista comparado con el ejemplo de Taxco. En la República Mexicana hay, según las últimas estadísticas, aproximadamente 90 mil poblaciones, 90 mil conglomerados de gente, de los cuales el 85% tienen menos de mil habitantes. O sea, es imposible pensar que se pretenda resolver los problemas de salud del país a través de tecnología aplicable a la medicina.

Esto en función de que es necesario, indispensable, que pongamos los pies en la tierra en ese sentido. México tiene un nivel de tecnología, pretende una independencia tecnológica, y que esa independencia tecnológica está en la capacidad, en la inteligencia que sí la tiene el mexicano, de producir, y tiene, además, las facilidades para adquirir mayor tecnología.

La aplicación de ella dependerá de qué es lo que quiere, si venderla y ganar con ella, o aplicarla hacia los enfermos que en la República Mexicana lo necesitan, ¿qué es lo que se necesita?

En relación con la encuesta, yo quisiera preguntarle a la Doctora Rodríguez si se pretendiera realizar una encuesta que revelara realmente el número de Ingenieros que tienen interés en la Biomédicina, el equipo que necesitan los investigadores, etc., ¿se obtendría un apoyo por parte de ellos, de acuerdo a la respuesta que se obtuvo en la encuesta que realizaron?

Dra. Rosalía Rodríguez García: ¿Respuesta de parte de quién? ¿De los Ingenieros o de nosotros por hacer la encuesta?

Desde luego que no creo que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ponga ningún obstáculo en la encuesta. A los Ingenieros, con las experiencias anteriores muy desilusionantes, tendríamos que ir a buscarlos, traerlos de la mano y darles un lápiz y que la hicieran.

Espero que esto sirva para que se interesen, viendo la situación y la realidad y cooperen por el bien de todos.

Quiero hacer un pequeño comentario sobre lo que ustedes hablaban.

Como experiencia médica, todos los que hemos trabajado de alguna manera en un hospital, hemos tenido la horrible desilusión de que siempre que pedimos algo, lo que sea, el material más simple como gases y demás, nunca hay, sofisticado o no sofisticado, no hay; esto no se fabrica, aquello está descompuesto, etc., el caso es que no se puede hacer nada como se debería. Me pregunto, ¿dónde están todos esos millones invertidos?

Otra cosa, cuando tenemos un monitor, una cosa muy bonita, en un momento se descompone, entonces viene un ingeniero inteligente a decir que sabe mucha ingeniería, que es médico pero que sabe mucho, le mete un cable y hace un

corto circuito en todo el hospital. Eso es una cosa que pasa a diario, y que se evitaría con el desarrollo y el empleo de la Ingeniería Biomédica.

Creo que más que culpar a los equipos o a los ingenieros, hay que educar a los usuarios y entre ellos los médicos somos los que más equipo usamos.

"PANEL FORO PARA ELABORAR LAS PRIORIDADES PARA LA INVESTIGACION EN INGENIERIA BIOMEDICA".

Introducción y Coordinación: Maestra en Ciencias Gertrudis Kurz.

Antes de hablar de prioridades en la investigación Biomédica, o sea de lo que debe hacerse en el futuro y que debe encontrar en acuerdo con todos los participantes de la discusión de esta mañana, quisiera que se adopte un criterio realista sobre nuestras posibilidades en recursos humanos y materiales revisando lo que ya se hizo y se hace en investigación Biomédica. Sólo así podremos tener, una idea clara sobre lo que es posible lograr en el futuro. En días anteriores se habló más del instrumental empleado en la investigación que de los propósitos de la misma, dejando este tema para la discusión de esta mañana; desde luego este tema es demasiado amplio para tratarlo en el tiempo previsto, más que en algunos de sus aspectos principales de acuerdo con la experiencia de los investigadores aquí presentes.

El panorama es algo incompleto, habrá que agregar probablemente otros aspectos de importancia como por ejemplo los de la medicina preventiva relacionada con la investigación sobre la contaminación ambiental o también algunas investigaciones en biología no clasificadas directamente ligadas con ésta. Dado el carácter multidisciplinario de la Investigación Biomédica sus ramificaciones numerosas y la diversidad de las instituciones en que se practica, es imposible abordar en el tiempo disponible más que una pequeña parte de lo que se ha hecho en México.

Considero que es necesario crear condiciones más favorables, para la colaboración interdisciplinaria en este campo, porque esta es la clave de un mejor desarrollo de la investigación.

Las discusiones dejaron la impresión de que la Biomedicina no se entiende todavía como una colaboración basada en el interés que se tiene en las ideas, teorías y descubrimientos. Se ve más bien como una ayuda unilateral en la manufactura y en el mantenimiento de su herramienta. No niego que éste es un factor muy importante, muy útil, pero no basta para crear una investigación interdisciplinaria con intercambio de ideas y conceptos desarrollados a través de un trabajo profundo. Voy a dejar la palabra al Doctor Negrete, Médico Cirujano e Investigador del Instituto de Investigaciones Biomédicas en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dr. José Negrete:

Son tres los aspectos que quisiera tocar, relativos al tema que nos ocupa, el primero es un aspecto metodológico y los otros dos se refieren a perspectivas específicas. Quiero tocar un aspecto metodológico porque es esencial que el Ingeniero Biomédico perciba claramente cuál debería ser su papel y cuál es su papel en el presente. El as-

pecto metodológico, en la investigación, es el siguiente:

Es difícil dejar de concebir que la participación del Ingeniero Biomédico en la investigación esté fuera de la generación de modelos matemáticos relativos a las investigaciones que se aplican. Sería muy difícil concebir otra participación; pero dentro de este campo de acción de modelos matemáticos existen, como ustedes saben muy bien, dos posibilidades: la primera posibilidad es realizar un modelo contable. Entendemos por modelo contable aquel modelo que nos explica o que nos describe satisfactoriamente la fenomenología conocida y enfocada específicamente. En otras palabras, es un modelo que generalmente describe muy bien lo que yo llamo el producto público de la ciencia, pero es sólo una primera etapa de la generación de modelos, que ha tenido mucho éxito cuando resume las ideas y la fenomenología encontrada en una época de la ciencia. Estos modelos contables a veces han sido muy útiles, pero en general solamente en la primera etapa del quehacer científico. La segunda parte es que el modelo contable debe tener la característica de ambicionar describir ciertos eventos relativos a la naturaleza. Este poder predictivo del modelo es lo que lo hace dejar de ser un modelo contable y pasar a ser un modelo teórico. Es importante porque es precisamente el camino de generación de la ciencia. El carácter predictivo es el que va a suscitar una nueva dinámica de la naturaleza teórica, que a su vez suscitará experimentación dándole la calidad de coherente o no coherente.

Cuando este modelo fracasa, es decir, cuando generó nueva fenomenología y esta fenomenología no quedó satisfecha por una comprobación, es el verdadero momento creativo; el verdadero momento que se busca y no el momento que normalmente todos acariciamos en nuestros trabajos como importante: aquél en el que el modelo quedó muy bonito y predijo una serie de datos de una manera muy agradable, ciertamente ésta es una etapa, pero si el modelo se queda en esta etapa, entonces ya no cumple su función científica. Mi observación es que el Bioingeniero que participa en este proceso científico, sólo puede quedarse en el modelo contable porque no conoce suficiente biología como para participar en la discusión teórica del problema. Es necesario hacer ver que no sirve de nada hacer aparatos o modelos matemáticos que describan las cosas ya hechas o sea el modelo contable, sino que es importante que el Ingeniero participe en los no contables, y esto prácticamente no lo hemos visto en el tiempo en que la Bioingeniería ha estado presente en nuestro medio.

Esta es la parte metodológica de la cual quería yo hablar y que me parece que es una perspectiva general para abordar el problema de lo que debe hacer el Ingeniero en el campo de investigación Biomédica. En cuanto a los aspectos particulares que quiero tratar, estos se refieren a perspectivas de investigación en diagnóstico médico.

En el primer tópico, en las perspectivas de investigación para el Ingeniero Biomédico en Ecología y Epidemiología, hemos observado junto con otra gente en el resto del mundo, que la labor de ciertos Ingenieros Biomédicos que participan en problemas teóricos de investigación es alrededor de modelos de dinámica de poblaciones, según los conocidos patrones de ecuaciones diferenciales. Este tipo de herramienta es standar de la física para al descripción dinámica de eventos, pocos, muy pocos se han ocupado de observar y de ver el tipo de problemática de poblaciones

utilizando mecánica estadística. Existen ciertamente algunos intentos y serán tanto más importantes cuando las condiciones y las variantes que se hayan utilizado hasta ahora en la investigación corriente se lleven a la investigación de frontera, es decir, que ya no está en una etapa que podría llamar Hamiltoniana, entrando en dinámica de poblaciones; nos estamos interesando en la economía del problema ecológico, como la dinámica de las poblaciones, lo mismo sea población de huésped parásito, que población de especies competitivas.

Esta es, pues, la frontera en la investigación epidemiométrica y ecológica para el Ingeniero Investigador. El último tópico del que me gustaría hablar, es la investigación de frontera en diagnóstico automatizado que está ubicada a nivel del desarrollo de Ingeniería Artificial. Ya pasamos hace mucho tiempo la época en que aspirábamos simular el diagnóstico médico en computadoras utilizando procedimientos y una teoría muy primitiva de decisiones basada por ejemplo en la estadística; esto ya demostró su utilidad y su inutilidad. El momento actual es otro, el momento actual está en manos de la gente que trabaja en la inteligencia artificial, en tres posibles desarrollos fundamentales, uno es el desarrollo de entender claramente que el proceso de pensamiento del médico, proceso por cierto secuencial, es un procedimiento diferente del procedimiento deductivo y ciertamente del procedimiento inductivo, la segunda parte es el entendimiento que las decisiones que toma el médico no se toman en un contexto Bayesiano de ninguna manera, sino se toman en un contexto de unas nuevas matemáticas que están por surgir o están por usarse donde el concepto de creencia es una hipótesis dado un evento en el procedimiento a manejar. Tercero y último, esta evolución está en manos de una técnica micro-sociológica que consiste en que el médico debe estar convencido de la bondad de los procedimientos utilizados en diagnósticos médicos-automatizados y que la computadora sea capaz de discutir en términos entendibles para el médico, o sea en su propia terminología. El rationale, ya que no el razonamiento, sino el rationale de las decisiones tomadas por la máquina para ese propósito, implica desde luego el auxilio de la lingüística automatizada.

Dra. Guillermina Yankelevich:
Instituto de Investigaciones Biomédicas.
U.N.A.M.

Una de las cosas que la Doctora Kurz solicitaba, y me pareció importante porque todos hemos concordado con ella, es que en estos minutos disponibles, los que hacemos investigación en el campo de la salud señalemos nuestro propio trabajo.

¿Cuáles son las que nosotros consideramos prioridades? De hecho también hemos dicho en muchas ocasiones, que las prioridades son casi referentes al individuo. No conocemos un sólo científico que considere que lo que trabaja no es una prioridad absoluta; nadie trabaja una cosa que no considere que es absolutamente prioritaria, de manera que la presentación que voy a hacer, muy breve, de la labor que hemos desarrollado en la investigación, la consideramos desde luego de primer interés, para el país. El hecho de considerar los fenómenos humanos, llamémosle de esta manera, implica tratar un problema complejo, un sistema complejo; el hecho de hablar conti-

nuamente de la existencia de la interdisciplina significa convergencia en conjunto de un área del conocimiento para la explicación de un fenómeno de naturaleza muy compleja como es el fenómeno humano. Plantearlo así y entenderlo en esta forma significa y orienta rápidamente el pensamiento hacia disciplinas de la ciencia que quieran manejar y puedan trabajar en temas donde las relaciones, las interrelaciones entre todos los procesos que acontecen en el desarrollo del fenómeno sean de naturaleza tan vasta que hacen de ello un sistema muy complejo. Para el Ingeniero esto es lo que se llama la teoría general de sistemas cuya definición es, en términos generales, la que acabamos de decir. El estudio de sistemas cuya complejidad y cuyo conjunto de interrelaciones hace un sistema de naturaleza especial que requiere un tratamiento y un análisis de tipo especial, la interdisciplina en el fenómeno humano es una interdisciplina que no va únicamente del campo de la Ingeniería al de las Matemáticas, invade también el campo de las Ciencias Sociales; no podemos prescindir de ninguna manera, en el fenómeno humano, de considerar la teoría social, llámese teoría económica, teoría propiamente social, teoría demográfica, cualquiera de éstas que provienen de las ciencias sociales. Lo que complica aún más es el proceso y la explicación que requiere de la participación de una vastedad muy grande de áreas de conocimiento. De los estudios concretos que hemos trabajado básicamente nos hemos remontado a dos, el más antiguo de ellos es del área de la salud, de diagnósticos de atención médica y siempre dentro del estudio de tipo formal. En nuestros estudios de salud encontramos, sobre todo, que los problemas de diagnóstico que cualquier interesado e investigador-trabajador en la salud, maneje habilmente como un problema de una población que demanda atención médica, que demanda servicios de salud, ya sea en servicio público o en institución privada. En ellas se invierten una gran cantidad de recursos, una gran cantidad de energía de esa población que es demandante, todos los planteamientos de salud en términos generales se orientan de esta manera. A partir de nuestros estudios, nos hemos dado cuenta de algo que es fundamental y que voy a mencionar muy rápidamente y es el punto de vista de que la población no debe mirarse nada más como un "insumidor" exótico que he generado en ese momento, no es un consumidor meramente, sino es una entidad, es un sistema capaz de producir salud, y este nuevo punto de vista hace ver que es posible generar un comportamiento, una orientación en la comunidad de una población que pueda en sí mismo representar no un consumidor, sino un productor. Esta nueva posición nos ha orientado hacia estudios de naturaleza un poco colateral dentro de la propia salud. Son los estudios que se refieren a comunicación, ¿cómo es posible hacer de una comunidad en lugar de un consumidor, un productor?. Este es el problema, llámenlo ustedes como deseen y utilicen el término que les parezca más adecuado, es un problema de educación en la edad infantil, y es un problema de reeducación en la edad adulta, es un problema de orientación de comportamientos, todo esto converge a un hecho fundamental que es la comunicación con la población, lo que nosotros hacemos habitualmente en el campo de la salud y pudiera permitirme pensar en algunos otros campos también porque lo hemos discutido y lo hemos fundado en trabajo de investigación en que establecemos una relación unidireccional de flujo de información, la información fluye de la fuente hacia el receptor que establece una relación de tipo activo

para la fuente, activo para el receptor y que hemos generado en nuestra comunidad. Hemos generado en esta población el consumidor porque lo hemos colocado en esta posición, si nosotros modificamos nuestra actitud de ofrecimiento de información en un sentido diferente, que nosotros lo distinguimos de flujo de información a comunicación, en donde la diferencia esencial y dicha en unas cuantas palabras es la participación activa en el sentido de la recepción de la información y el hecho de participar activamente, es recibir una información que posteriormente va a ser utilizada para un propósito concreto. No por el mero hecho de de asimilarla y de conocerla, en el momento en que nos comuniquemos y logremos este propósito específico con la comunidad, con la población, haremos que este elemento que estamos manejando, sea un sistema además de consumidor, un sistema productor. En relación a todas estas gestiones nos hemos dado cuenta de que una de las prioridades fundamentales en el campo de la Biomedicina y en el campo particular de la salud es el campo de la comunicación al que no podemos sustraernos. Véanlo ustedes a niveles muy directos y muy simples, como por ejemplo el hecho de quererse comunicar con la población para orientarla con respecto a su comportamiento de tipo reproductivo, el hecho de comunicarse con una población para orientar su comportamiento con respecto a los aspectos de tipo sanitario de tipo epidemiológico, de tipo médico, requiere un conocimiento muy estricto, muy meticuloso de varios aspectos que hemos encontrado en estas investigaciones, y que son básicamente cómo ofrecer esta información: utilizar para transmitirla de manera que nos permita comunicación y el mensaje que transmitimos y conocer que cantidad de redundancia requiere.

La participación de un trabajo dentro de la teoría de la información, caso particular de la teoría general de sistemas que nos ha permitido estudiar aspectos específicos que puedan permitir un beneficio de naturaleza mutua de ganancia en el área de salud, es la participación activa y lo que nosotros hemos denominado la producción de salud al interior de la propia población que se está manejando.

Quisiera nada más para terminar, en términos muy generales, a partir de estos ejemplos concretos expresar una concepción general del problema, soy la tercera que lo menciona en esta mesa, pero quiero adherirme a ellos y expresarlo de manera diferente, creo ciertamente que la interdisciplina no está en la acción, esto la Doctora Kurz lo manejó rápidamente y de manera muy tímida. En su presentación el Doctor Negrete volvió a insistir en ello, la interdisciplina no está nada más en la acción, cuando la interdisciplina de Ingenieros Médicos o Biomédicos está en la acción, lo que logramos es una eficiencia altísima. La interdisciplina está en la explicación y la interdisciplina en la explicación significa un estudio, una investigación desde un principio de entrada conjunta, no se puede a posteriori realizar labor interdisciplinaria, cuando existe una penetración de entrada, cuando existe una penetración en el propio estudio, en el propio proceso de investigación logramos decidir que una optimización no es la cantidad de información necesaria, no, lo que se necesita es una modificación en el cifrado utilizado para la comunicación con la población y en la indagación de cuál es ese cifrado y cuál es el tipo de canal que debe utilizarse para llegar a la población.

Yo quisiera presentar ante ustedes un punto de vista diferente de alguien que no está involucrado directamente en lo que serían investigaciones biomédicas, pero que en su papel de investigador en el área de sistemas de procesamiento electrónico está convencido de la necesidad de tomar acción en este campo. Cuando la profesora Kurz nos confrontó con la pregunta de establecer prioridades dentro del campo de la investigación en la Ingeniería Biomédica, yo lo interpreté como tratar de definir que hacer, a qué abocar nuestros esfuerzos cuando las tareas son muchas, las escalas de valores diversas y los recursos escasos, tanto humanos como materiales. Establecer un margen de prioridades dentro de este panorama contemplando tareas tan diversas como pueden ser la investigación puramente científica, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y sobre todo el contar con un marco de referencia adecuada, o sea contar con un conjunto de objetivos con la jerarquía asociada a esos objetivos, lo cual implica juicios de valor sobre la diferente relevancia de cada una de las tareas, una evaluación completa de los recursos con los que se cuenta para que la unión de estos dos compartan un preparado plan de desarrollo que nos permita, en algún determinado momento, decir qué va a ser primero, qué recursos asignar a cada una de las tareas propuestas. El problema con este proceso de fijación de prioridades es que es un proceso a largo plazo, que por lo que he visto necesita en una sesión de trabajo de una infraestructura que no existe. Creo que tratar de fijar prioridades en un campo tan importante es como el de las relaciones entre la ciencia y llamémosle el bienestar del individuo en su aspecto más profundo que sería la salud, sería demasiado ambicioso. Yo quisiera proponerles como primera prioridad, poder establecer la infraestructura básica y aquí propondría comenzar con una infraestructura de comunicaciones adecuadas. Por infraestructura y comunicaciones, me refiero a aquellas entre la propia comunidad científica que se establecen a través de comunicaciones de centros, simposios, congresos, etc. y sobre todo a través de establecer programas de tipo interdisciplinario, pero doy un paso más abajo, creo que esto se requiere a nivel docente, docente básico, a licenciatura, o a nivel más avanzado Maestría, etc., y por programas docentes interdisciplinarios, no me refiero únicamente a la creación de, quizá, alguna Maestría interdisciplinaria, o a la comunicación esporádica o publicación esporádica, sino a un propósito, a un compromiso de las personas que estamos a cargo de este tipo de instituciones de reunirnos en una forma periódica y uniforme, para que exista la presencia de los especialistas en diversas disciplinas desde el momento de su formación; cuando concurren a las aulas, tenemos que estar preparados porque el propósito de esta estructura de economización no es únicamente difundir, informar acerca de lo que se está haciendo, tenemos que unificar criterios, o por lo menos, unificar lenguaje, porque creo que eso es muy difícil, cuando menos compartir valores, discutir los valores de tal forma que podamos, en algún momento, tener una idea clara de qué es lo que se tiene que hacer en nuestra área y muy importante, conocer los recursos. Como conclusión, quisiera señalar que, si bien no están muy claras las prioridades, algo se está haciendo en un campo donde las carencias son muchas, y superan

con mucho lo que existe, casi nada de lo que se haga puede considerarse en sí redundante. No obstante, considero que durante este trabajo previo a la fijación de prioridades, hay que aprovecharlas en sí. Segundo, la necesidad de formar una infraestructura que comience a trabajar sobre tareas de diversificación para que así podamos, con toda la esperanza, esperar que nuestra labor vaya a tener éxito en la tarea de fijar prioridades en este campo de investigación.

Discusión

Coordinador: M. en C. Gertrudiz Kurz.

Ing. Eduardo Vargas: Facultad de Medicina. U.N.A.M. Voy a ser muy breve porque el tiempo se nos está acabando. De las mesas anteriores pueden surgir tres o cuatro ideas básicas, la primera es que existe un interés común entre el Ingeniero Biomédico y el Médico en solucionar problemas que tienen que ver con el logro de la salud; no solamente en la prevención de enfermedades, sino en la consecución de que la gente sea cada vez más saludable. Entonces, a mi modo de ver las cosas, es obvio que si existe este interés común, también es necesario crear mecanismos de comunicación, para que los ingenieros que se interesen en estas cuestiones y los médicos que las están atacando directamente puedan mantener una comunicación más amplia. Otra de las cosas que a mí me parece fundamental, es que se deben crear los mecanismos de apoyo para que esta comunicación y estas labores den resultados fructíferos. Los problemas que seguramente deben ser tratados con mayor importancia son los del país, es decir, en las tres mesas anteriores se ha hablado mucho sobre el desarrollo de equipo electrónico para ayudar en los problemas clínicos; también creo que se debe apoyar la investigación, no solamente en este aspecto, sino en aspectos de nutrición y de tecnología de alimentos, etc. Esto quiere decir, que hay que crear una especie de infraestructura para lograr que ataquen los problemas más importantes que son: la nutrición, los padecimientos infectocontagiosos, etc.

Para lograr estas aspiraciones es necesario apoyar la labor docente, la labor de investigación, y de alguna manera, formar los cuerpos de desarrollo de infraestructura industrial en México.

Crear programas no solamente a nivel de Licenciatura, sino formar profesores, formar gente preparada para que pueda impartir estos programas, para seguir esas labores de apoyo.

Dra. Martín del Campo: En primer lugar quisiera disculparme si peco por no conocer algunos de los aspectos que se han citado sobre Ingeniería Biomédica.

Quiero felicitarlos por la reunión, que ha sido interesantísima. Es la primera vez que noto que hay alguna relación entre el campo médico y la Ingeniería Biomédica, lo cual es básico en la investigación, ya que nosotros los médicos no sabemos nada al respecto.

Debe haber un trabajo en equipo, un grupo pero no únicamente teórico, debe haber mayor comunicación. Que yo haya venido accidentalmente es algo que debe hacerles ver que deben propagandizar más esto, entre el campo de investigadores y médicos. Precisamente me llamó la atención que hubiera proposiciones para unificar criterios, unificar lenguajes, muchas veces hablamos con lenguajes

distintos sobre los mismos temas y los Ingenieros y los Médicos no nos ponemos de acuerdo.

Dr. Negrete: Quisiera poner énfasis solamente en un detalle del comentario de la Doctora, y es sobre la nota de peligro que ella parece haber puesto en el micrófono sobre la actividad teorizante.

Quiero ser muy explícito. Específicamente en el campo en el que yo me muevo, la teorización sobre dinámica de población y el uso de la microeconomía para derivar esta dinámica, tiene una aplicación inmediata, que se refiere a los análisis de costo-beneficio de campañas epidemiológicas, a tal extremo es inmediata que no puede uno distraerse de discutir en concreto algunos problemas de análisis de costo-beneficio en campañas nacionales que están siendo evaluadas intuitivamente por las autoridades competentes. No solamente la generación de teoría en el ámbito de la investigación es importante para discutir modelos propios de evaluación y de estrategias de salud que no son idénticos ni mucho menos, con modelos extranjeros. Hay que estar teóricamente preparados para hacerlo, si lo que uno hace es copiar modelos extranjeros, entonces esta preparación teórica es innecesaria si queremos hacer algo que sea razonable e importante.

Pero hay algo más, esto trasciende y ha trascendido a la educación en los Colegios de Ciencias y Humanidades. Estamos tratando con grupos de profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades la idea de modelos como instrumentos que permitan hacer campañas sanitarias racionales se emplee aún a nivel de estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades. Es posible introducir modelos muy simples con ecuaciones diferenciales que permitan a los estudiantes manejar las ideas más importantes en el campo de la epidemiología.

Dra. del Campo: Me alegro que haya mencionado algo que a mí también me parece importante, el análisis de costo-beneficio. Precisamente respecto a las investigaciones que se llevan a cabo en medicina, creo que todo el mundo ha puesto gran énfasis en los estudios que se deben hacer sobre el ser humano que ha nacido y el anciano, y se han olvidado del que no ha nacido o el que apenas ha nacido. Las grandes inversiones se hacen para mantener vidas vegetales, pero muy poco es lo que se invierte en hacer los mejores esfuerzos por el que va a nacer. Creo que sería muy importante enfocar nuestra atención en ello.

M en C. Fernando Berdichevsky: Quisiera aprovechar esta ocasión en que discuten las prioridades de la investigación biomédica para poner énfasis en un punto que quizá se ha mencionado en otras ocasiones, pero de una manera un poco vaga. Pienso que la tónica de este simposio ha sido la de manejar a la Ingeniería Biomédica como un campo de aplicación que se puede dar únicamente a través de grandes núcleos de profesionistas y que necesita fundamentalmente de la existencia de grandes centros hospitalarios. Yo creo, personalmente, que no debemos de perder de vista un hecho importante, en nuestro país, se mencionó ayer que una gran parte de la población está concentrada en 90,000 centros que están por debajo de los 10,000 habitantes. Se mencionó el hecho de que sólo un tercio de la población del país goza de los beneficios de la Seguridad Social, se vio que debemos tomar muy en cuenta que resulta mucho más barato prevenir que curar, fundamentalmente en lo que se refiere

a problemas de salud; entonces creo que estos objetivos son los que fijan prioridades para los que se dedican a la Ingeniería Biomédica. No debemos olvidar lo que se llama Ingeniería en Salud Pública. El Ingeniero Biomédico en colaboración, obviamente, con equipos de trabajos interdisciplinarios, debe abocarse a dotar, cuando menos de conocimiento básico a esta gente diseminada en el territorio nacional, que le permita evitar la existencia de enfermedades. Sería ilusorio pensar que se les dote de centros de salud ampliamente capacitados a toda esta población de menos de 10,000 habitantes, pero sí se podría atacar el problema desde su base, las causas de la enfermedad. Se ha mencionado aquí el problema de si un niño debe nacer sano para que no produzca después más daño a la sociedad respecto a la tara que puede representar, muchos de nosotros debemos olvidar nuestro ego científico al buscar estar en la frontera del conocimiento, de la investigación, para dedicarnos a problemas que sean más aplicativos; podrían tener mucho más trascendencia en cuanto al bienestar social de nuestra población.

Dra. Yankelevich: Agradezco el comentario del Doctor Berdichevsky, porque esto me hace ver que los diez minutos que expuse fueron del todo oscuros, al plantearme el propósito de abordar un problema concreto y abordar alrededor del problema de salud, a mi modo de ver tenía todas las peculiaridades de los aspectos de los cuales específico.

Creo que fui acusada de ego científico. Yo lamento que esto haya sido así. Quisiera repetir este aspecto que mencioné en el sentido que las estrategias de tipo masivo en lo que se refiere a comunicación no han funcionado debidamente, porque no ha mediado una investigación para hacer participar esta pequeñísima comunidad que es múltiple y que no es una gran cantidad de la población, la cantidad neta de la población de este país vive alrededor de los centros importantes de población, pero esto no quiere decir que el resto de la población no deba ser atendida, en este sentido lo que quería decir es esto. La investigación muestra que la estrategia general y no el estudio del problema específico conduce a la solución de los problemas.

"PANEL FORO PARA PROPONER LOS MECANISMOS DE COORDINACION ENTRE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS, USUARIOS E INDUSTRIA PARA LA REALIZACION DE INVESTIGACION EN INGENIERIA BIOMEDICA".

Introducción y Coordinación: Ing. Miguel Lindig.
Universidad Autónoma Metropolitana
Profesor Asociado de Tiempo Completo del
Departamento de Ingeniería Biomédica.

Dentro de las formas que puede asumir la labor del Ingeniero Biomédico en el campo de la investigación, dos resultan de particular interés para el tema de este foro:

- 1.— La generación de soluciones a nuevos problemas de diagnóstico o terapéutica que, como tales, ya están reconocidos por la ciencia médica.
Si bien, en principio, cualquier medio tecnológico o proceso es susceptible de mejorarse, esta labor es particularmente trascendente en los casos donde la solución existe, por haber sido originada en circunstancias distintas a las de nuestro país, no refleja las

necesidades específicas de nuestro medio sino de manera aproximada. La necesidad de investigación, en ese sentido, es particularmente aparente en la detección de enfermedades gastrointestinales, afecciones pulmonares y en el campo de la ginecología, entre otros.

- 2.— La propuesta de métodos nuevos de detección, evaluación o tratamiento de padecimientos. Aquí, el Ingeniero Biomédico formará parte, en la mayoría de los casos, de un equipo de trabajo multidisciplinario cuya vinculación estrecha con el medio hospitalario resulta de evidente necesidad.

Es claro que una coordinación entre la institución educativa y el usuario constituye un prerrequisito indispensable para la consecución de los fines educativos y de investigación ya antes expuestos en este Seminario.

La coordinación con la industria, por otra parte, es la única vía para evitar que los esfuerzos de investigación, particularmente aquellos que se realizan con una orientación hacia nuevas soluciones tecnológicas, se limiten a prototipos de laboratorio. No es función de una universidad realizar producción industrial. Por otra parte, y sin menospreciar el potencial de investigación que reside en la industria, es claro que ésta, en nuestro medio, no puede destinar los recursos humanos y económicos en la medida que fuese necesario para suplir la investigación universitaria en este campo.

Por otra parte la industria es la que, aprovechando los resultados del trabajo de investigación realizado en hospitales y universidades, puede generar los recursos para apoyar a la investigación biomédica.

De entre los problemas que confronta la interacción necesaria en los sectores antes mencionados, resaltan los siguientes:

- 1.— Falta de comunicación entre el grupo de investigación y el usuario. Si bien es de suponerse que las instituciones de Salud Pública tienen conocimiento de la existencia de programas de estudio y de grupos de investigadores activos, en el campo biomédico, es igualmente viable afirmar que dicho conocimiento no ha penetrado, a nivel operativo, hasta el médico investigador que pudiera, en principio, beneficiarse por el potencial que representan estos recursos. Por otra parte, difícilmente podrá el médico convertirse en generador de temas de investigación de problemas clínicos de práctica hospitalaria.
- 2.— Falta una tradición de interacción que en otros países constituye una de las bases más trascendentes para el desarrollo tecnológico es, en nuestro medio, prácticamente desconocida. Si bien esta ausencia es parcialmente atribuible a una falta de credibilidad mutua en lo que a capacidad de realización se refiere, seguramente encuentra también fundamento en razones de tipo económico. Una industria basada en tecnología y procesos de fabricación extranjeros no requiere, por su estructura, tecnología de origen mexicano. El campo de la Ingeniería Biomédica constituye, en ese sentido, un caso particular, la virtual inexistencia de una industria nacional activa en este campo y lo modesto del mercado potencial comparado con el de otras actividades comerciales, hacen la concurrencia de la investigación y tecnología universitaria no sólo necesaria, sino esencial. Por otra parte, podría apor-

tar beneficios significativos en la sustitución de importaciones y la creación de soluciones verdaderamente apegadas a las necesidades del mercado nacional.

- 3.— La falta de estructuras jurídicas y mecanismos administrativos que permitan una interacción de tipo económico entre creador y beneficiario de tecnología. No es un proceso sencillo permitir a una institución de Salud Pública asignar fondos destinados a una institución de Educación Superior para que ésta realice determinado proyecto de investigación. Por otra parte, no existen lineamientos para valorar el beneficio del uso de cierta patente, lo que permitiría que el grupo de investigación se hiciera de ciertos recursos necesarios para continuar y elevar el nivel de su trabajo.

Cualquier solución que se pretenda dar a la problemática antes expuesta, deberá adecuarse a los lineamientos de tipo jurídico establecidos para tal efecto. La coordinación entre instituciones educativas, usuarios e industria está prevista en la legislación mexicana. Específicamente, de acuerdo con la ley orgánica de la Administración Pública Federal, en su artículo 32, Fracciones 1, 1, 6, 12 y 15, especifica que corresponde a la Secretaría de Programación y Presupuesto establecer mecanismos de coordinación entre investigación, educación e industria. Por otra parte, la Secretaría de Estado antes mencionada tiene facultades para apoyar la implementación de una potencial solución tecnológica a través del artículo 20 de su reglamento interno, que le otorga el "poder establecer normas de carácter general conforme a las cuales el sector público deberá realizar sus adquisiciones.

Finalmente la ley prevee la necesidad de apoyo tecnológico que pueda requerir la industria, en algunas de las funciones de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. En el artículo 33, fracciones 9, 2 y 14 de la ley antes mencionada, establece que corresponde a esa Secretaría asesorar técnicamente a la iniciativa privada en el establecimiento de nuevas industrias, proteger y fomentar la industria nacional así como promover y realizar, en su caso, la investigación técnica industrial.

En función de lo anterior, quisiera proponer algunas medidas que, tal vez puedan contribuir a solucionar el problema de coordinación objeto de este papel, para su discusión:

- 1.— En relación a la falta de comunicación.

Es necesario que las instituciones educativas que ofrezcan licenciaturas o estudios de postgrado en el campo de la Ingeniería Biomédica hagan llegar los programas de estudio correspondientes a las instituciones de Salud Pública.

Tal vez el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología pueda constituirse en vehículo oficial por cuyo conducto se logre la publicación, en los boletines internos de cada institución, de estos programas para su mayor difusión. Un esfuerzo similar se deberá realizar, en forma periódica, para informar al sector médico de los trabajos de investigación que cada grupo realice, invitando a comentarios, sugerencias y en general, promover la interacción entre médico e investigador.

Por otra parte, se requiere un vehículo que establezca el contacto entre distintos grupos de investigación y

pueda constituirse en el foro para exponer los resultados de la investigación, particularmente también, por parte del usuario de la misma. Recientemente se integró la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica entre cuyos objetivos destaca lo anterior. Una publicación periódica de esa Asociación podría desempeñar las funciones antes descritas en caso de recibir el apoyo necesario.

2.— En relación a la falta de estructura.

Existe un instrumento legal para desempeñar las funciones financieras y administrativas requeridas para promover y agilizar las actividades de investigación antes mencionadas. Quisiera proponer que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología sugiriera a la Secretaría de Programación y Presupuesto el establecimiento de un fideicomiso, integrado por aportaciones del Gobierno Federal, de las instituciones de Salud Pública y la Industria interesada, bajo la administración de una Institución Fiduciaria como el Banco de México.

Sería función de ese fideicomiso financiar proyectos específicos, de interés para una institución de Salud Pública, para ser realizados por un grupo de investigación universitaria o dentro del concurso de la industria, de acuerdo con una evaluación previa y bajo la supervisión del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. El fideicomiso mencionado tendría facultades para otorgar derechos de patente a una industria interesada en su explotación, pudiendo ser ésta una de sus fuentes de financiamiento.

3.— En relación a la producción industrial:

Se requiere de un mecanismo que permita la evaluación clínica de algún proceso o equipo. Lo anterior es trascendente no sólo para el investigador, sino también para un posible fabricante. Es esencial que la industria pueda recurrir a una institución facultada para tal efecto, que certifique, en su caso, el cumplimiento de normas y especificaciones que resulten aplicables.

Dicho certificado deberá ser condición suficiente para permitir la libre competencia del producto en el mercado.

Sugiero que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología haga llegar esta inquietud a la Secretaría de Programación y Presupuesto para que ésta, en caso de considerarlo pertinente, se dirija al Sector Salud para analizar el problema mencionado.

CONCLUSIONES:

DR. JAVIER RAMIREZ ACOSTA.

Secretario Técnico de PRONALSA.

Al dar principio a las conclusiones del Seminario, y posteriormente vendrá la clausura, vale la pena mencionar que estas conclusiones pueden no resultar las definitivas, ya que la información ha sido muy importante en volumen, alguna discordante, y se requiere sedimentar esta información y revisar las grabaciones para poder establecer las conclusiones en forma definitiva.

Algunos datos del Seminario:

Asistentes: 160 asistentes procedentes de 20 instituciones. El primer objeto de la organización de este Se-

minario fue poner en contacto a los profesionales dentro de esta rama con distintas instituciones educativas, de usuarios y de industria. Se llevó a cabo, puesto que tenemos representados de la Universidad Iberoamericana, de la Universidad Autónoma Metropolitana, del Instituto Politécnico Nacional, de la Universidad Nacional Autónoma de México, de la ENEP Iztacala, de la Universidad LA SALLE, de la Universidad Autónoma de Puebla, de la Universidad de las Américas, de instituciones como la Secretaría de Salubridad y Asistencia, del ISSSTE, del Instituto Mexicano del Seguro Social, del Instituto de Cardiología, de Nutrición, del DIF, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 22 gentes de la Industria, del Hospital Español, de la Fundación Rockefeller y diez que no especificaron su procedencia.

El primer objetivo se cumplió adecuadamente. A pesar de que el Seminario sobre Investigación de Ingeniería Biomédica, tenía como objetivos fundamentales analizar la situación de la investigación de Ingeniería Biomédica, se inició por precisar algunos conceptos generales. Se discutió sobre la definición de la Ingeniería Biomédica y se concluyó que es una actividad interdisciplinaria, en la que se dan cita las herramientas, puntos de vista y concepciones ingenieriles de las situaciones y problemas del mundo físico con el de las ciencias biológicas y la medicina. Es decir, con el de los organismos vivos en general y en particular el organismo humano.

Posteriormente se observó que aunque ya existen dos instituciones educativas que ofrecen un plan de estudio formal a nivel de Licenciatura, como son la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Iberoamericana, existen otras instituciones que tienen este entrenamiento a nivel de Maestría y Doctorado.

Se reconoció también que este tipo de profesionistas es necesario en nuestro país. Sin embargo, no se conoce con precisión cuántos requiere el país y cuál es el mercado actual de trabajo para ellos.

Se concluyó que, en general, el público desconoce las habilidades, los conocimientos de este profesionista y no lo ubica con precisión en los cuadros profesionales tradicionales.

Se discutió también sobre el campo de acción del Ingeniero Biomédico. Los principales campos de acción enunciados fueron: en los centros de enseñanza; en los centros de investigación; dentro de instituciones de salud, desde los hospitales hasta las labores de campo; en la industria y en instituciones oficiales en actividades normativas.

Las actividades fundamentales que desarrolla esta profesión son: investigación y desarrollo de instrumentación para la investigación, aparatos para diagnóstico y tratamiento en medicina y en ciencias biológicas; investigación tecnológica sobre los problemas que plantea la práctica médica e investigación biológica. En las instituciones de salud, y asistenciales, se mencionó que es importante reconocer o que se reconozca que el equipo de salud debe ser ayudado, orientado y capacitado por el Ingeniero Biomédico.

Sus funciones dentro del equipo de salud son varias: desde la investigación ecológica, demográfica, de los sistemas de salud, como la asesoría técnica relacionada con la adquisición de equipo para brindar elementos de apoyo necesarios para la utilización óptima de cada equipo, también labor de intermediación a través de la cual se vaya perfeccionando la relación usuario-equipos,

participación activa en la instrucción del equipo de salud para la utilización adecuada del mismo: tarea directa de control de calidad; mantenimiento de material y de equipo, tanto para establecer programas de mantenimiento preventivo como para la atención inmediata de desperfectos y fallas.

En general estas son las conclusiones del Seminario, vuelvo a repetir todas ellas probablemente se agreguen a otras, en cuanto se sedimente la información y se pueda revisar con detenimiento todo lo grabado.

Finalmente, el doctor Federico Chávez Peón, Vocal Ejecutivo del Programa Nacional Indicativo de Salud, hará la clausura de este evento:

DR. FEDERICO CHAVEZ PEON:

Quiero agradecer a todos ustedes en nombre del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y del Instituto Nacional de la Nutrición, del cual soy miembro, por su nutrida asistencia y especialmente por su participación, tan activa, dentro de este Seminario.

Los objetivos planteados en un principio, fueron prácticamente obtenidos en su totalidad. Eso requiere un interés muy grande por parte de los participantes, y desde

luego la convivencia que haya hecho posible, como ha sido en este caso, el intercambiar opiniones y aún con puntos de vista diferentes llegar a conclusiones que sean productivas para el desarrollo de su área.

Creo que en este momento debemos tomar la actitud del analista, la persona que analiza un problema, no como el superoptimista que siempre tendrá frustraciones, ni tampoco como el superpesimista que se queda siempre antes de llegar a una actuación, sino realmente con un escepticismo que nos permita situarnos, proyectarnos y desde luego tener metas y objetivos a tiempo, que puedan ser logrados.

El principio es lo que han logrado ustedes: coordinarse y reunirse con un objetivo común. De aquí en adelante serán los objetivos que ustedes persigan, y la participación completa de cada uno de los grupos lo que hará posible el desarrollo nacional de la Biotecnología.

En nombre del doctor Edmundo Flores, a quien en esta ocasión represento y de quien les traigo un saludo afectuoso, es para mí una gran satisfacción poder considerar la clausura de este Primer Seminario Sobre Investigación en Biotecnología, en el que veo con gran gusto que los objetivos planteados en un principio, han sido alcanzados en prácticamente la totalidad. Muchas gracias.