

"Los programas de enseñanza y su impacto para formar investigadores".

I

Ponencia presentada por el Maestro en Ciencias Rafael Mijares.

Universidad Iberoamericana.

Coordinador y Profesor de tiempo completo del Departamento de Ingeniería Biomédica.

El ingeniero trabaja como una interfase entre la Medicina y la Ingeniería. Es, primeramente, un ingeniero capaz; segundo, ha adquirido los conocimientos necesarios para poder comunicarse con el personal médico. Está capacitado para traducir un problema médico complejo al lenguaje de la Ingeniería y para aplicar las técnicas que ha adquirido como ingeniero para ayudar así a la solución del problema.

La Ingeniería biomédica se originó a partir de las necesidades expresadas por el personal médico. Estas necesidades han sido de dos tipos:

- 1) La necesidad de desarrollar y aplicar métodos cuantitativos a las ciencias médico-biológicas, que son en alto grado cualitativas.
- 2) La necesidad de desarrollar y mantener dispositivos e instrumentos que pudieran ayudar al médico en las tareas de diagnósticos y tratamiento.

En un principio estas necesidades fueron resueltas por médicos que adquirían conocimientos en las ciencias o métodos cuantitativos.

Actualmente, la Ingeniería Biomédica está en proceso de demostrar las importantes aportaciones que puede hacer.

Las actividades del ingeniero biomédico se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios. Si se piensa en el tipo de problemas a los que se enfrenta, podemos encontrar:

1) TEORICOS.

Lo que se pretende en esta área es desarrollar estudios teóricos o modelos para caracterizar los sistemas vivos, de una manera análoga a los sistemas de Ingeniería.

2) EXPERIMENTALES.

El ingeniero biomédico puede contribuir al diseño de experimentos médico-biológicos o al diseño y construcción de instrumentos y dispositivos para la experimentación.

3) CLINICOS.

- a) Investigación y desarrollo de instrumentación para diagnóstico y tratamiento.
- b) Investigación y desarrollo de procedimientos, incluyendo procedimientos terapéuticos o quirúrgicos de adquisición, procesamiento e interpretación de datos.
- c) Análisis y diseño de sistemas hospitalarios, incluyendo aspectos de compra y mantenimiento de equipo, programas de seguridad, entrenamiento de personal, etc.

Es importante distinguir tres denominaciones diferentes que se usan al hablar sobre este campo de la Ingeniería.

1) BIOINGENIERIA:

Se refiere al conjunto de actividades orientadas a la investigación básica, que utiliza conceptos y técnicas de las ciencias físicas para analizar sistemas biológicos.

2) INGENIERIA BIOMEDICA:

Se refiere a la investigación aplicada y al desarrollo experimental que utiliza conceptos y técnicas de las ciencias físicas para aplicarlos a las técnicas médicas.

3) INGENIERIA CLINICA:

Se refiere a las actividades que están directamente relacionadas con el medio clínico y la operación de los sistemas ingenieriles existentes en hospitales.

Tomando en cuenta todo lo anterior y siguiendo los lineamientos planteados por el Ideario de la Universidad Iberoamericana, se creó aquí la Licenciatura de Ingeniería

Biomédica que tiene como objetivo preparar profesionales con las siguientes características:

- 1) Competencia en los métodos básicos de Ingeniería para su aplicación en análisis de sistemas y/o problemas y en síntesis de procedimientos y/o soluciones.
- 2) Familiaridad con los conceptos biológicos y médicos para poder establecer una comunicación eficaz entre el personal médico, con el fin de entender problemas y aportar soluciones.
- 3) Especialización en un área específica de la Ingeniería Biomédica, ya sea instrumentación electrónica, dispositivos mecánicos o modelación de sistemas.
- 4) Conocimiento del medio clínico buscando un aprecio por los problemas del hombre, además de los problemas técnicos de su profesión

Para lograr la consecución de los mencionados objetivos, el plan de estudios de la carrera está integrado por diferentes áreas:

Area Básica
Area Mayor
Area Menor
Area de Integración
Servicio Social
Opción Terminal

La carrera de Ingeniería Biomédica forma parte del Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, abarca las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones e Ingeniería Biomédica.

El Area Básica es común a todas las carreras del Departamento y comprende los conocimientos básicos de Ingeniería. Está formada, principalmente por materias como Matemáticas y Física.

El Area Mayor es la que distingue las diferentes carreras del Departamento. En Ingeniería Biomédica se llevan materias de dos tipos:

- 1) Comunes a algunas otras carreras, como por ejemplo: Mecánica de Fluidos, Análisis de circuitos, etc. Esto obedece al carácter multidisciplinario de la Carrera.
- 2) Propias de la carrera, como por ejemplo: Fisiología, Biología, Biofisiología Aplicada, etc.

El Area Menor permite al estudiante especializarse en la rama que él escoja. Actualmente existen dos opciones o subsistemas: Modelos Biomédicos e Instrumentación Electrónica.

El Area de Integración ofrece una inmensa variedad de materias de tipo humanístico, entre las cuales el estudiante elige un número mínimo.

El Servicio Social tiene como finalidad proporcionar al estudiante una experiencia de aprendizaje referida a los problemas que plantea la realidad mexicana.

La Opción Terminal puede ser una tesis, tesina o proyecto; tiene como finalidad brindar una experiencia de trabajo donde se ejercitan las habilidades que ha proporcionado la carrera. La carrera está planeada para cursarse en 4 años sin contar la Opción Terminal.

Actualmente, el Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica tiene 934 alumnos de un total de 7 137 en la Universidad. De estos 934, 80 son de Ingeniería Biomédica, distribuidos por años, de la siguiente manera:

1er. año	29
2do. "	22
3er. "	19
4to. "	10

La carrera de Ingeniería Biomédica fue creada en agosto de 1972 y hasta la fecha se han recibido 6 alumnos.

II

Ponencia presentada por la Maestra en Ciencias Gertrudis Kurz

Universidad Nacional Autónoma de México.

Investigadora y Jefe del Departamento de Cibernética.

La formación de investigadores en el campo de la Biomedicina nos interesa a los Físicos e Ingenieros en primera línea en su relación a la investigación interdisciplinaria.

Los descubrimientos más importantes, en el plano internacional, se han hecho precisamente en este terreno, por equipos formados por investigadores de diferentes disciplinas. Los premios Nobel en Genética, Bioquímica Neurofisiología nos muestran claramente las grandes posibilidades de esta forma de trabajo y la necesidad de la formación de este tipo de equipos, en México. El mismo trabajo en equipo ha hecho posible un gran número de aplicaciones inmediatas, de nuevas tecnologías y teorías al trabajo práctico en Biología y Medicina.

Ciertamente nuestros programas universitarios a nivel de licenciatura no favorecen la formación de equipos interdisciplinarios entre sus egresados. Tanto en Ciencias Exactas como en Ciencias de la Vida se mantienen estrictamente en los límites de las carreras correspondientes. Parece ser, desgraciadamente, que esto es inevitable debido al crecimiento de todas estas ciencias, especialmente en los últimos 25 años. Por ejemplo, un estudiante de Física se recibe sin saber absolutamente nada de Química, menos todavía de Biología y de Fisiología y lo mismo se puede decir para los Biólogos y los Médicos. En las diferentes carreras de Ingeniería, los egresados ignoran, excepto por conocimientos básicos impartidos necesariamente a un nivel bastante bajo, todo lo que se enseña, en la misma ingeniería, en otras carreras. No creo que la alternativa de enseñar un poco de todo en cada profesión, daría mejores resultados; al contrario daría profesionistas que pueden hablar de todo y trabajar en nada.

La solución que se ha encontrado en algunas universidades ha sido la creación de la carrera de Ingeniería Biomédica, cuyas experiencias nos interesan a todos los aquí presentes.

Creo que nuestro punto de partida debe ser la investigación interdisciplinaria y sus necesidades.

Esta investigación necesita gente ya formada en su propia profesión, capaz de trabajar en equipo con colegas de diferente formación; estudiantes que sepan aprender de sus colegas y sepan, a su vez, enseñar lo que necesitan de la profesión ajena.

En resumen: resolver el problema de la enseñanza complementaria por la enseñanza mutua de los participantes en un trabajo común y a través del mismo. Es un camino duro, poco ortodoxo en nuestro sistema de enseñanza pero muy frecuente en la vida diaria. Se ha experimentado en todos los centros de investigación y también en la práctica,

donde el médico debe conocer un instrumental complejo, que tal vez ni existía cuando él estudiaba y donde el ingeniero debe comprender las necesidades del médico para adaptar el diseño y construcción de ese instrumental.

Podemos facilitar este camino con un cuerpo de enseñanza a nivel de maestría: una maestría cuyo programa se fije en común acuerdo con todas las Facultades y Divisiones de Estudios Superiores pertinentes, incluyendo físicos, matemáticos, químicos, ingenieros, biólogos y médicos; una maestría que impartiría algunas materias comunes como computación y métodos de medición. Además, para cada grupo, habrá una enseñanza complementaria de las materias que no cursó durante sus estudios previos, y que le permita, después, trabajar en equipo en proyectos comunes. Estos proyectos deberán servir de tesis a los estudiantes, además deberán colocarse en las mismas facultades que acepten esta maestría, donde los estudiantes encontrarán la asesoría necesaria de los profesores de cada campo del proyecto.

Esta maestría deberá servir a cada estudiante como un grado en su propia profesión. Las facultades fijarán los estudios suplementarios a cursar para cada estudiante en su propio campo.

Actualmente nuestros programas de estudios superiores no se prestan, a realizaciones de este tipo, pero ya existen convenios entre Divisiones de Estudios Superiores, que han hecho posible la formación de ciertos grupos interdisciplinarios de estudiantes, por ejemplo: en Ciencias de la Ingeniería, Instituto Biomédico y Biología.

Esperamos que este simposium ayude, también, a avanzar en la formación de investigadores para trabajos interdisciplinarios.

III

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

Hace aproximadamente seis años que se fundó el Departamento de Farmacología en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Platicando con el Dr. Morales, Jefe de dicho Departamento, acerca de las condiciones de un investigador en materias básicas como Fisiología, Farmacología, etc., de las personas dedicadas a la enseñanza de la medicina, de los problemas de la práctica diaria de las labores médicas; en fin, al comentar esto, nos dábamos cuenta de que en este campo, existía, cada día, una dependencia más fuerte de profesionistas respecto a los instrumentos de tipo eléctrico, electrónico, mecánico. Esta dependencia tendía a aumentar cada día, pero al mismo tiempo, encontrábamos que dichos instrumentos, salvo excepciones verdaderamente notables, tenían que importarse. Claro está, que de ahí resultaba fácil darse cuenta de la serie de inconvenientes que causaba esta dependencia. Por una parte, estos instrumentos se tienen que comprar con moneda extranjera que sale del país y no vuelve. Por otra parte, nuestro mercado les representa a los fabricantes, un interés pequeño, de tal manera que no se suele dar a una instrucción adecuada sobre el manejo del instrumental, un servicio de mantenimiento correcto del mismo ni tener los repuestos necesarios. Constantemente encontrábamos que

los instrumentos que se adquirían, no correspondían a nuestras necesidades sino a la imposición de la existencia en el mercado y la habilidad de los agentes vendedores. Se trataba de comprar el aparato más costoso y más reluciente. Una vez comprado el aparato uno se encontraba, con frecuencia, con el problema de que no hubiera quien lo supiera operar, o si ocurría una falla de reparación del instrumento se volvía poco menos que imposible.

Por otra parte, encontrábamos que todos los programas por ambiciosos que fueran, de Investigación Científica, de Investigación Clínica, etc., estaban supeditados, precisamente, al tipo de instrumental que se podía adquirir en el extranjero.

Al comenzar esto tratamos de examinar cuáles serían las razones para que existiera una situación como ésta. Desde luego, decíamos, no se hacen instrumentos para los experimentos; un profesor con un presupuesto restringido, se veía en la necesidad de improvisar los instrumentos para la enseñanza y así sucesivamente.

Entonces, nos dimos cuenta que si hay gente capaz de hacer los instrumentos, pero esos instrumentos en general se hacían con un propósito muy definido y también tenían un grado de acabado muy rudimentario; en otras palabras, el instrumento se llevaba a un desarrollo suficiente para cumplir la labor urgente a la que estaba destinado, pero habitualmente ese instrumento sólo podía ser manejado por la persona que lo había diseñado. Cuando esta persona perdía interés en el tema, o se alejaba, automáticamente ese instrumento pasaba al cuarto de los trastos viejos.

Las observaciones anteriores dan la impresión que se está haciendo una labor parcial, a veces indispensable, o muy importante, pero con gran desperdicio de esfuerzo porque toda dedicación necesaria para llevar a cabo el desarrollo del instrumento, termina en eso: en un instrumento que sirve para cumplir unas cuantas tareas. Desde luego a este tipo de personas que hacen desarrollo instrumental, no se puede recurrir para la solución de problemas normales de instrumentación. Esta gente no se dedica a construir instrumentos, sino que ha tenido que hacerlos por necesidad. Al mismo tiempo, dice uno, la construcción de instrumentos parece ser una labor que debería de recaer en los ingenieros. Nosotros tenemos abundantes escuelas de Ingeniería en la Capital y en los diversos estados de la República, que se dedican a producir cientos de ingenieros cada año. Sin embargo, en el momento en que uno trata de estudiar a qué están dedicados estos ingenieros, uno encuentra que, salvo excepciones verdaderamente notables, no cubren el capítulo al que hago referencia. En otras palabras, algunos de nuestros ingenieros en Electrónica son absorbidos por empresas extranjeras que tienen plantas en el país, o los emplean en labores de tipo administrativo, donde sus conocimientos de ingeniería jamás se utilizan.

En otras ocasiones se les emplea como agentes de ventas, otros naturalmente optan por la carrera magisterial, ya sea para ofrecer sus conocimientos a las generaciones venideras o como escalón en la escala política. Unos pocos de estos ingenieros están en la muy ingrata labor de mantenimiento, porque como son instrumentos que provienen de sociedades de gran competencia técnica y comercial, se ha procurado hacer la copia de estos instrumentos lo más

fácilmente posible. Así se incluyen piezas disfrazadas, en cápsulas especiales, al empezar, le cuesta trabajo al ingeniero localizar la función de cada una de estas piezas. Una vez que ya la tiene definida, se encuentra con que ya no existen en plaza repuestos equivalentes. Esto automáticamente implica una demora irremediable: dirigirse a la fábrica, esperar meses para que la fábrica se digne enviar los repuestos y luego comprobar que no era necesario ese repuesto, sino que quizá algún otro. Resultado: habitualmente el ingeniero dedicado al mantenimiento está rodeado de un aura de desprestigio, injusto por completo, por las condiciones totalmente adversas en las que tiene que trabajar.

Así es que, ante este espectáculo, nos preguntamos, ¿cómo es posible que habiendo tanto ingeniero formado y con necesidad de abrirse paso en la vida, siga este problema, no sólo como hace unos años, sino que cada día más grave? Quizá un estudio de los programas escolares podría dar la clave. Encontramos que estos programas, en general, coinciden con variaciones dependientes de cada institución, y con los programas que se siguen en la enseñanza de Ingeniería, en los países más adelantados. Así que el programa en sí, no parece traer problema más serio que continuar con una larga tradición de dependencia, una situación de colonización en lo que se refiere a los aspectos científicos y técnicos.

De tal modo que, si el grueso del profesorado que trabaja en las escuelas de ingeniería, por honesto que sea, por dedicado que sea a sus labores, si ese profesorado es ajeno a las labores de diseño y construcción, fabricación normal de instrumentos, su ejemplo no podrá ser otro sino el de desviar a la gente de este tipo de actividad.

En otras palabras, es típico que nuestros programas de estudio, se caractericen por una gran tendencia a la profundización, al rigorismo científico, al avance de programas de matemáticas, etc. Todo ello perfectamente bueno; sin embargo, el estudiante va captando a lo largo de su formación una serie de ideas y aprende a través del maestro, qué es lo que se puede hacer. Y un ejemplo que su maestro no da es el de dedicarse a problemas de diseño, construcción y fabricación de instrumentos puesto que prácticamente ninguno de sus maestros lo está haciendo. El otro problema es que, con este énfasis en la profundización y en el rigorismo, cada vez es más clara, en el estudiante, la idea que la ingeniería activa propiamente dicha, es una cosa sumamente delicada: implica una preparación de tal tipo, que mientras no se sepa del todo lo que hay que saber en la vida, inclusive lo que todavía no se ha inventado, uno no va a poder enfrentarse con la solución práctica del problema más sencillo que exista. El resultado es éste: en nuestro medio existen instrumentos que tienen más de cien años de uso normal dentro de la medicina, de una sencillez a veces ridícula, y se siguen importando. El estudiante se ha convencido que se insiste cada vez más en la importancia de una preparación radical. Por otra parte, los intentos que se hacen para fomentar la labor creativa en el estudiante, generalmente, tienen un planeamiento tal, que ofrecen un efecto negativo. Ejemplo típico es la clásica tesis de recepción: generalmente se pide el desarrollo de un instrumento. El estudiante pone un esfuerzo considerable, y se encuentra, en el momento en que completa su tarea, con que lo que ha hecho, no es más que otro requisito a cumplir, que no le importa ni a profesores, ni a funcionarios públicos, ni a posibles usuarios, de modo

que ahí muere el último rayo de interés que puede tener el estudiante para salir adelante.

Es muy frecuente encontrar que de las pocas personas que hacen instrumentos en nuestro país, la mayoría no han pasado por las escuelas de ingeniería. Claro está que el estudiante sale de su licenciatura y tiene la oportunidad de pasar a una maestría o a un doctorado, pero en la mayoría de nuestras instituciones, desgraciadamente, lo que era una cosa durante la preparación de licenciatura, es decir, una insistencia en hacerle sentir al estudiante que jamás está preparado para actuar, eso se hace muchísimo más enérgico en los estudios de maestría y de doctorado. Entonces, el resultado es que cada vez tenemos un ingeniero más teórico, más profundamente preparado, pero seguimos con el hueco.

Por este motivo, lo que se propuso fue una línea de ataque, un tanto herética, inclusive con los mismos errores del sistema de enseñanza convencional, pero con signo contrario, para tratar de obtener una neutralización, aunque sea momentánea.

En otras palabras, la base del método que se trata de seguir es ésta: cualquier actividad humana debe seguir una trayectoria en la que alternen la preparación y la ejecución, la preparación y el aprovechamiento, y que si dedicamos nuestra vida a prepararnos, llega un momento en que se nos olvida completamente para qué nos estamos preparando.

Así creo que conviene, en algún momento, hacer un alto bien claro, y pasar a la actividad que era la que se esperaba, antes de tratar de obtener una profundidad mayor. Entonces lo primero que se buscó en la entonces formada sección de bioelectrónica de nuestro departamento fue tener un grupo de personas que tuvieran como actividad normal, usual, reconocida, exclusiva aquella de investigar cuáles son los problemas de instrumentación en nuestro medio, por sencillos o ridículos, que estos sean, y de acuerdo con su capacidad técnica, de dedicarse a atacar esos problemas y ofrecer soluciones.

Solución satisfactoria que sería ofrecer comercialmente los instrumentos que cumplieran esas necesidades, con la doble idea de: evitar que el dinero se vaya a otro lado, y evitar que nuestros ingenieros, tan celosamente preparados se desperdicien en labores que nada tiene que ver con la ingeniería.

Entonces, se formó un grupo de Investigadores que actuarían con el ejemplo, más que con la palabra, una Maestría que tuviera como base lo siguiente:

1.— Que los alumnos que se aceptaran para esta Maestría, deberían ser licenciados en algunas de las ramas en donde se interesa emplear la Ingeniería Electrónica, la Computación, la Mecánica, etc.

2.— Que se les daría una visión panorámica del lenguaje de los problemas y de los intereses del biólogo, del médico, del investigador en las materias básicas de la medicina, teniendo cuidado que esta visión no fuera a caer dentro de las mismas exigencias convencionales, en los que el estudiante siente la obligación fundamental de aprobar el examen, sin importar qué huella queda de lo que están haciendo. Esto es lo único que se ha tratado de presentar en los cursos formales, pero con el gran miedo que estos cursos formales tengan la característica habitual de entrega de determinado material que se va a requerir nuevamente en el momento del examen, y así aceptar al alumno o no. Como labor fundamental: que el estudiante considerara como normal incorporarse a las tareas de

diseño, desarrollo y construcción que está llevando a cabo el grupo que constituye el profesorado. Naturalmente que en esas labores el estudiante va aumentando en responsabilidades a su cargo, conforme progresa. Esto se lleva a cabo en los laboratorios de construcción, laboratorios de desarrollo y seminarios de diseño. Con este método se han manejado hasta el momento alrededor de 30 estudiantes con las características mencionadas, seleccionados más que por su promedio escolar, por la tendencia creativa que muestren, y su deseo de actuar activamente en la resolución de los problemas de instrumentación. De esos 30 estudiantes surgió el grupo de profesores que ahora incluye siete personas. Se han integrado alrededor de 6 personas para constituir el Departamento de Electrónica de semiconductores y de Biología Médica de la Escuela de Física de Puebla. Algunas personas se dedican principalmente hacia la fabricación de instrumentos. Esos son los resultados obtenidos hasta el momento.

IV

Ponencia presentada por el Dr. Bonfiglio R. Muñoz Bojalil.
Universidad Autónoma Metropolitana.
Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica.

Como su nombre lo indica, el área de acción de la Universidad Autónoma Metropolitana lo constituye el "Área Metropolitana" de ahí que su localización física lo sea en tres puntos del Distrito Federal: Azcapotzalco, Iztapalapa y Xochimilco.

El organismo supremo de la Universidad Autónoma Metropolitana está constituido por el Colegio Académico y la Junta Directiva, que coordinan sus acciones con el Rector General. Cada una de las Unidades, a su vez, tiene un Consejo Académico y un Rector Unitario. El Consejo Académico está formado por miembros de cada una de las Divisiones que integran cada Unidad. Cada División tiene un Director que coordina sus actividades con un Consejo Divisional, que está integrado por miembros de cada uno de los Departamentos que dependen de la División. En la Unidad Iztapalapa existen tres Divisiones: la de Ciencias Sociales y Humanidades, la de Ciencias Biológicas y de la Salud y la de Ciencias Básicas e Ingeniería.

La División de Ciencias Básicas e Ingeniería está integrada por Departamentos: el de Matemáticas, el de Física, el de Química y el de Ingeniería.

A su vez, el Departamento de Ingeniería está integrado por cinco áreas: la de Ingeniería Electrónica, la de Ingeniería en Energía, la de Ingeniería Química, la de Ingeniería Hidrológica y la de Ingeniería Biomédica. De estas cinco áreas, que ofrecen cada una de ellas una carrera o licenciatura, las más conocidas son las de Ingeniería Química y la de Ingeniería Electrónica, mientras que las otras tres: Ingeniería en Energía, Ingeniería Hidrológica e Ingeniería Biomédica, poco o nada se conocen en nuestro medio.

Ahora bien, el campo de acción del Ingeniero Biomédico es bastante extenso, pero en la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa) optamos por dar prioridad a un área de concentración: Instrumentación Médica, debido a que la inversión que ha hecho el país en la adquisición de instrumentos de medición tanto en la medicina como en la biología, es muy importante. Se están obteniendo índices de aprovechamiento muy bajos de los

instrumentos, motivados por una serie de razones, entre las que destaca la dependencia tecnológica del extranjero y todo lo que esto implica.

Otra área que se consideró factible de implementar en nuestro medio y que incide de manera importante en la problemática médico-biológica es la de las Matemáticas Aplicadas a la Medicina y a la Biología.

Es dable considerar que existen otras áreas de concentración en las cuales también inciden los Ingenieros Biomédicos como en Prótesis, Ingenieros de Hospitales, etc., pero hemos tratado de ser realistas y hemos implementado aquellas áreas donde sea más urgente la presencia del Ingeniero Biomédico y que sean factibles de desarrollar operativamente en nuestro medio, para ver los logros a corto plazo.

Los objetivos de la licenciatura en Ingeniería Biomédica son:

- Formar ingenieros que, conscientes de las necesidades tecnológicas de la medicina, coadyuven al desarrollo en una industria nacional de tecnología propia, en el campo de los equipos médicos.
- Crear el vínculo necesario entre medicina y tecnología, indispensable para la investigación científica interdisciplinaria en el campo de la medicina.
- Capacitar a profesionales de alto nivel para la instalación, conservación y asesoría en equipos y sistemas dedicados al servicio de la medicina y ciencias afines.
- Capacitar al profesional para realizar estudios de maestría y doctorado.

El desarrollo de la licenciatura implica doce trimestres que equivalen a cuatro años y el plan de estudios tiene la siguiente estructura:

1.— TRONCO GENERAL DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA.

Está integrado por un grupo de asignaturas que son comunes a todos los alumnos de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Los objetivos generales a este nivel son:

- Dotar al estudiante de los conocimientos básicos en Física, Química y Matemáticas, para poder optar por cualquier Licenciatura de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.
- Introducir al estudiante en la utilización del método científico.
- Desarrollar un lenguaje común para los estudiantes de las diversas licenciaturas.
- Establecer un primer punto de contacto para que se pueda dar la interdisciplina.

2.— TRONCO BÁSICO PROFESIONAL.

Está integrado por dos grupos de asignaturas: tronco común de Ingeniería y Ciencias de la Medicina.

2.1.—El objetivo de las asignaturas del tronco común de Ingeniería es el de dar al estudiante los conocimientos básicos y especializados que son comunes a todas las ramas de la Ingeniería.

2.2.—El objetivo de las asignaturas de las ciencias de la Medicina es el de dar al estudiante los conocimientos básicos en Bioquímica, Fisiología y Farmacología, así como los procedimientos de ad-

quisición de información empleados en Medicina, necesarios para establecer la comunicación entre Medicina e Ingeniería.

3.— AREAS DE CONCENTRACION.

Como se mencionó previamente, son dos las áreas de concentración que se ofrecen en la actualidad. Cada área está integrada por tres grupos de asignaturas: Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada a la Medicina y Asignaturas de Especialización.

- 3.1.—El objetivo de las asignaturas de las Ciencias de la Ingeniería es el de dar al estudiante la base tecnológica necesaria que permita la aplicación de la Ingeniería a la solución de problemas médicos. Las unidades de enseñanza-aprendizaje se adecúan para cada área de concentración.
- 3.2.—El objetivo de las asignaturas de la Ingeniería aplicada a la Medicina está condicionado al área de concentración. Así, en Instrumentación Médica es el de familiarizar a los alumnos con los requisitos de diseño y operación que debe satisfacer un equipo empleado en las distintas especialidades médicas, mientras que en Matemáticas aplicadas

a la Medicina, es el de establecer la herramienta matemática y tecnológica para la simulación, organización y optimización de información, eventos y procesos biomédicos.

- 3.3.—El objetivo de las asignaturas de Especialización es el de permitir al estudiante profundizar en aquellos aspectos de la ciencia o la tecnología relacionados con la Medicina y que más despierten su interés, de acuerdo a un programa que elaborará con su asesor.

4.— Las asignaturas mencionadas se completan con dos SEMINARIOS DE PROYECTOS en los últimos trimestres de la Licenciatura.

Las asignaturas de las Ciencias de la Medicina, las de Ingeniería aplicada a la Medicina y las de Especialización, se imparten tanto en Areas Clínicas en diversos Centros Hospitalarios, como en las aulas de la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa).

Consideramos que, al contar con los conocimientos y el rigor que ofrecen las Ciencias Exactas, y por convivir en plena etapa de formación con y en el medio donde se generan los problemas, el Ingeniero Biomédico podrá empezar a cristalizar la idea de la interdisciplina y, de manera indudable, a mejorar la investigación Biomédica.

LICENCIATURA EN INGENIERIA BIOMEDICA.

AREA DE CONCENTRACION: INSTRUMENTACION MEDICA

CUADRO SINOPTICO DE ASIGNATURAS.

TRIMESTRE

4	Bioestadística I (9) (212117)	Circuitos Eléctricos I (12) (212113)	Matemáticas Aplicadas I (9) (212101)	Computación y Métodos Numéricos I (11) (212102)
5	Bioelectricidad (9) (212131)	Circuitos Eléctricos II (12) (212118)	Matemáticas Aplicadas II (9) (212108)	Computación y Métodos Numéricos II (11) (212109)
6	Ciencias Fisiológicas I (12) (212114)	Circuitos Eléctricos III (12) (212141)	Matemáticas Aplicadas III (9) (212119)	Sistemas Electrónicos I (12) (212144)
7	Ciencias Fisiológicas II (12) (212129)	Probabilidad Aplicada (9) (212103)	Teoría de Control I (9) (212130)	Sistemas Electrónicos II (12) (212148)
8	Ciencias Fisiológicas III (12) (212152)	Transductores Aplicados a la Medicina (12) (212186)	Investigación de Operaciones (9) (212211)	Sistemas Electrónicos III (12) (212234)
9	Ingeniería Aplicada a la Fisiología I (12) (212174)	Introducción a la Medicina Asistencial (9) (212173)	Optativa (10) (212176)	Circuitos Digitales (12) (212175)
10	Ingeniería Aplicada a la Fisiología II (12) (212184)	Optativa (10) (212301)	Optativa (10) (212303)	Optativa (10) (212308)
11	Ingeniería Aplicada a la Fisiología III (12)	Cuidados Intensivos (12) (212187)	Seminario Proyectos I (10) (212188)	Optativa (10) (212185)
12	Seminario de Proyectos II (10) (212203)	Optativa (10) (212307)	Optativa (10) (212306)	Optativa (10) (212309)

LICENCIATURA DE INGENIERIA BIOMEDICA
AREA DE CONCENTRACION: MATEMATICAS APLICADAS A LA MEDICINA.
CUADRO SINOPTICO DE ASIGNATURAS

Trimestre				
4	Matemáticas Aplicadas I (9) (212101)	Computación y Métodos Numéricos I (11) (212102)	Circuitos Eléctricos I (12) (212113)	Bioestadística I (9) (212117)
5	Matemáticas Aplicadas II (9) (212108)	Computación y Métodos Numéricos II (11) (212109)	Bioestadística II (212244)	Bioelectricidad (9) (212131)
6	Matemáticas Aplicadas III (9) (212119)	Sistemas Electrónicos I (12) (212144)	Computación y Metodos Numéricos III (11) (212243)	Ciencias Fisiológicas I (12) (212114)
7	Teoría de Control I (9) (212130)	Dinámica de Sistemas Físicos (9) (212104)	Probabilidad Aplicada (9) (212103)	Ciencias Fisiológicas II (12) (212129)
8	Investigación de Operaciones (9) (212211)	Teoría de Control II (12) (212202)	Procesos Estocásticos (9) (212445)	Ciencias Fisiológicas III (12) (212152)
9	Diseño y Optimización (9) (212153)	Metrología (12) (212150)	Matemáticas Aplicadas a la Fisiología (12) (212248)	Introducción a la Medicina Asistencial (9) (212173)
10	Optativa I (10) (212308)	Optativa II (10) (212305)	Matemáticas Aplicadas a la Fisiología II (12) (212248)	Optativa III (10) (212301)
11	Optativa IV (10) (212185)	Seminario de Proyectos I (10) (212188)	Matemáticas Aplicadas a la Fisiología III (12) (212249)	Computación y Organización en Sistemas Hospitalarios (12) (212246)
12	Optativa V (10) (212307)	Seminario de Proyectos II (10) (212203)	Optativa VI (10) (212306)	Optativa VII (10) (212302)

MESA REDONDA.

Coordinador: Dr. Hugo Aréchiga.

Instituto de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.— Investigador y Jefe del Departamento de Fisiología.

Dr. Aréchiga: De la serie de presentaciones que tuvimos antes, creo que surgen algunas preguntas que podemos formular a los participantes. Es interesante, dentro de este campo nuevo en nuestro medio, que nos hayamos enterado de que sus orígenes académicos son tan diversos como dos médicos, una física y un ingeniero. Esto da la idea de que estamos en un área multidisciplinaria, tanto como multipotencial. Entonces, creo que podemos obtener un intercambio de ideas con la seguridad que la Doctora Kurz mencionaba: será fructífero y creativo.

La primera pregunta que yo quisiera formular es: Dadas las dos estrategias que presentaron ustedes como grupo, es decir la preparación de Ingenieros Biomédicos; en dos casos a nivel de Licenciatura y dos a nivel de Maestría, ¿se contó, en cierto momento, con algún estudio del mercado de trabajo para estos profesionales?

Dr. Bonfiglio Muñoz: El estudio previo a la instalación de la Licenciatura en la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa), se hizo de manera conjunta con el Instituto Mexicano del Seguro Social (que en ese momento estaba muy interesado en tratar de realizar estudios tendientes a algo que después se iba a llamar Ingeniería Biomédica) y la gente que estaba trabajando en la creación de la Licenciatura de Ingeniería Biomédica. O sea que para 1974 se estimaba que se necesitaba algo así como 2,000 personas trabajando a nivel profesional o sub-profesional en Ingeniería Biomédica, pero estos datos eran indirectos.

Maestro en Ciencias Rafael Mijares: Previo a la formación de la carrera, existía contacto ya, entre la Universidad Iberoamericana y el Instituto Nacional de la Nutrición. La Universidad colaboró con el Instituto en algunas investigaciones y se vió que el procedimiento eficaz sobre estas investigaciones era que, los ingenieros de Electrónica, tenían que ponerse a estudiar fisiología tratando de establecer un lenguaje para la comunicación entre el personal médico y el universitario. De ahí la necesidad de crear la carrera de Ingeniería Biomédica. Desgraciadamente no nos basamos en datos numéricos al respecto.

Ing. Enrique Villareal: Quisiera hacer unos comentarios en relación con los planes de estudio que se han descrito en el área de la Ingeniería Biomédica. Quiero advertir que voy a hacer una crítica y no quiero que nadie se moleste por lo que vaya a decir. Creo que todos los planes que se han elaborado en el área de la Ingeniería Biomédica, en este momento, adolecen de un defecto que hasta cierto punto parece natural, pero creo que es conveniente revisar. Se ha mencionado con cierta insistencia el manejo del método científico y creo que no se ha manejado el método científico para elaborar los planes de estudio. En la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México estamos trabajando en una pila para el marcapaso con un biodestilador incorporado; en unas cadenas de neuronas electroquímicas; en la medición de la velocidad de la sangre, por celdas electroquímicas, y también en el ámbito de los electrodos para la medición de propiedades de los fluidos del organismo. Me parece realmente sorprendente que en casi todos lados la tendencia al manejo de las cuestiones más complejas en el ámbito de la teoría de sistemas y comunicación, tienda mucho hacia la elaboración de sistemas autónomos, y sin embargo, los aspectos cotidianos y las cuestiones fundamentales que nos permitirían realmente elaborar una tecnología indepen-

diente no se abordan. Me pareció muy interesante el comentario que hizo el Doctor Remolina del Politécnico cuando dijo, que siempre tendemos a preparar gente que nunca sabe para que sirve y además queda la idea de que mientras no se hagan 400 cursos de post-grado, no va a estar en condiciones de enfrentarse con la realidad cotidiana.

Participante: Quiero hacer una crítica a los planes de estudio. Se ha dicho que al hacer una carrera universitaria se trata de solucionar un problema al que una sociedad se enfrenta. Si bien nuestra sociedad tiene graves problemas de salud, creo que la Ingeniería Biomédica puede aportar una ayuda, pero creo que la forma en que se está planeando esa ayuda no es la apropiada. Lo digo por lo siguiente: la mayoría de nuestra población padece enfermedades no tan sofisticadas como en otros países. Requieren medios de diagnóstico más sofisticados por ser enfermedades más complejas. Entonces, en nuestro medio la carrera de Ingeniería Biomédica, debería ser una ingeniería aplicada a resolver problemas de salud más generales como son las diarreas. Quizá aquí, quisiera preguntarles, a ustedes, qué criterios se han seguido para decidir, qué tecnología tratan de desarrollar, ya que en nuestro país la gran mayoría de la población sufre enfermedades muy simples. Los criterios para resolver un problema de salud pueden ser de dos tipos: de carácter económico o de carácter social. Quizá sea conveniente optar por resolver aquellas enfermedades que repercutan económicamente de manera más intensa en nuestro país. Nuestra Ingeniería Biomédica debería encargarse de resolver el problema de las grandes masas en cuanto a salud. No corresponde en este momento ni en este symposio hacer una crítica a las políticas de salud pública en México; sin embargo, cuando se crea una licenciatura, uno de los puntos que hay que tomar en cuenta es el futuro del estudiantado. No es posible a mi modo de ver, hacer una materia específica para cada área. El área de aplicación de Ingeniería Biomédica, es tan grande que casi pasaríamos el tiempo creando materias demasiado específicas. Creo que la función de la Licenciatura de Ingeniería Biomédica es la de dar una visión bastante general al alumno, sobre todas sus posibilidades de aplicación, obligando en cierta manera al alumno, después de terminar la licenciatura a especializarse en el área que más le agrade. Creo que la Ingeniería Biomédica es una de las primeras carreras que sirve como traductor entre dos áreas específicas.

Participante: El problema que veo es que en los diseños curriculares de las carreras se pretende crear un ingeniero y darle una embarrada de medicina o de biología, o bien hacer un médico y luego una embarrada de ingeniería o de física. Creo que desde el punto de vista educacional, es más conveniente revisar los planes de estudio principalmente, a nivel de bachillerato de tal manera que las carreras no fueran dirigidas hacia una u otra carrera como tal, ingeniería o medicina, biología, etc., sino más bien hacia las ciencias experimentales en forma un poco más amplia. El único intento que se ha hecho a ese nivel ha sido en el Colegio de Ciencias y Humanidades con materias como el método experimental y ha sido muy difícil tratar de definir esa materia, como investigación. Sería conveniente dentro de las carreras, tratar, desde el punto de vista experimental, de hacer pequeñas investigaciones no tanto en materias formales como se acostumbra, sino más bien investigaciones que podrían variar de nivel, dado el avance del alumno. Ahí sí podría meterse el alumno en

un determinado problema al tratar de resolverlo en aspectos de física, matemáticas, biología; avanzando en situaciones cada vez más complejas, de tal manera que llegaran a comprender los problemas en su totalidad. No sólo dirigidos hacia un punto de vista muy estrecho de ingeniería o de la biología. Así el alumno al estar haciendo experimentos podría darse cuenta de la necesidad de instrumentos. Ahí viene ya la necesidad de aprender un poco de física, etc. Desde el punto de vista de la biología, la misma investigación tendría que estar dirigida hacia objetivos precisos, esto casi nunca se ha tomado en cuenta y en general se trata de que el alumno ya, una vez que ha terminado la carrera, la licenciatura o la Maestría, se ponga a resolver problemas realmente avanzados, no sencillos. Creo que se debe tomar en cuenta un poco más el nivel de bachillerato, y dirigir las carreras no con materias básicas como tales, sino realmente interdisciplinarias, por que es la única forma de lograr algo.

Participante: La observación que quiero hacer es con respecto a lo que dijo el Profesor Villareal, de los planes de estudio, del por qué de la costumbre de seguir los planes de estudio utilizados en el extranjero. Es deseable como dijo el profesor del Politécnico resolver problemas de nuestra realidad. La carrera de Ingeniería Biomédica así como muchas otras carreras han nacido en el extranjero, en donde ya tienen experiencia en las clases y en los sistemas seguidos. Aquí, en México, de la carrera de Ingeniería Biomédica apenas este año están egresando los primeros, ahora se están notando las deficiencias que tienen los planes de estudio. Así pues, para el futuro es muy probable que se creen planes de estudio más adecuados para nuestro país.

Participante: Creo definitivamente que el país necesita muchos Ingenieros Biomédicos, y como decía el compañero, no debemos darle una embarrada de medicina al ingeniero ni una embarrada de ingeniería al médico. Estamos en el momento preciso para que nuestra profesión de Ingeniería Biomédica sea reestructurada, dados los avances de la tecnología año a año, y de ser posible semestre a semestre. Ahora bien, quería hacer notar lo siguiente: actualmente, al margen de dedicarme a la Bioingeniería, me he dedicado a la enseñanza en una carrera muy interesante: el diseño industrial. Aquí se cursa economía y cibernética. Estas dos materias tienden a que el futuro profesionista de diseño industrial entre en contacto con la realidad, y las necesidades del país en el campo médico. Con esto quiero decir lo siguiente: la mayoría del instrumental médico está diseñado para unas manos de dimensiones que no son las mexicanas, y hasta las salas de operaciones están diseñadas para otras latitudes. Creo que debemos utilizar estas dos asignaturas: economía y cibernética para darles a los futuros profesionistas de Bioingeniería conocimientos del diseño de instrumentos. En la creación misma de ciertas prótesis, el hombre es el enemigo número uno del propio hombre al hacer determinadas máquinas que mutilan muchas veces al hombre mismo. Y creo que aquí es la acción del Bioingeniero el proteger al hombre mismo. Creo que es un campo muy atractivo de posibilidades muy amplias.

Dr. Bonfiglio Muñoz: Existe un compromiso acerca del tiempo que disponemos para poder desarrollar los planes de estudio de una licenciatura; nos gustaría en ocasiones agregar más asignaturas, nos damos cuenta más tarde de que ya no alcanzó el tiempo. Este es un compromiso muy

serio). Creo que esa es la condición de frontera que hay que tomar muy en cuenta para poder desarrollar una licenciatura en especial la de Ingeniería Biomédica. La otra situación es respecto, específicamente, a los planes de estudio de Ingeniería Biomédica en la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa). Nosotros tratamos de adecuar la licenciatura, precisamente a la realidad del país. Para poder realizar esto, estuvimos revisando los planes de estudio que existen fuera del país; ninguno de ellos nos satisfizo en cuanto a su estructura y a la proyección que tenía del Ingeniero Biomédico una vez que se graduara, quisimos, hasta donde se pudo, y así lo entendimos, adecuar el Ingeniero Biomédico a la realidad del país. Esto lógicamente lo vamos a saber dentro de poco, cuando nuestros alumnos retroalimenten el sistema.

Participante: Todos, más o menos, hemos planteado aquí que los planes de estudio tienen tales o cuales deficiencias. En el caso de la Universidad Iberoamericana, que es la que yo conozco, cuando se creó la licenciatura igual que en el caso de la Universidad Metropolitana, se organizaron planes de estudio del exterior y tratamos de hacer algo adecuado a las realidades del país. En ese momento y para su aprobación la Secretaría de Educación Pública propuso que los planes de estudio se congelaran durante un período de tiempo para que las ideas y las experiencias se maduraran. Es decir, no se podían hacer modificaciones a todos los planes de estudio. Ahora es el momento cuando ese período de congelación ha terminado a finales de este semestre. Ahora pensamos iniciar la revisión de los planes de estudio, con el firme propósito de adecuarlo a la realidad del país, la comunicación entre nuestra institución y las otras instituciones que tienen esta carrera es deseable y necesaria.

Dr. Joaquín Remolina: Definir qué cosa es un Ingeniero Biomédico es difícil; lógicamente este problema y estas discusiones se reflejan en el esfuerzo sobrehumano que es plantear la preparación de un tipo de profesionista hasta el momento desconocido en nuestro medio. Yo veo con gran respeto a todas las personas que están enfocadas a tratar de resolver este problema: crear un nuevo tipo de profesionistas. Quiero nada más insistir un poco en la forma en que nuestra sección del Politécnico ha atacado el problema: es, desde luego, muchísimo más humilde y parcial. No tratamos de crear un ente que sea a la vez médico e ingeniero. Hay una serie de problemas que son aparentes; existen determinados elementos: los ingenieros convencionales ya preparados con los métodos usuales que en contra de todas las críticas que se les puede hacer, traen una formación considerable. Lo único que hemos tratado nosotros, sin buscar un nombre para la persona que estamos modificando, es enfrentar el problema con la persona que creemos que puede hacer algo para resolverlo. Estamos tomando ingenieros comunes y corrientes, no buscamos problemas esotéricos que requieren una sesuda meditación para reconocerse, sino aquellos problemas que se nos aparecen sin que los busquemos, simplemente estamos creando el clima donde el ingeniero encuentre que los conocimientos que ya trae tienen aplicación completa. Así que creo que en cierta forma es una actitud ventajosa ante la realidad, no veo por qué no hemos de permitir ventajas en un ambiente en el que tantas desventajas encontramos para todo.

Participante: Me parece muy importante ciertamente que el ingeniero, que el físico, el matemático, etc., se en-

teren de los problemas de la biología y de la medicina, pero creo que el problema no es tan unilateral, también creo que es importante que el médico participe, y pueda aprovechar las ideas que vienen de las ciencias exactas. También, es cierto, la física puede aprender enormemente de la ingeniería, sus teorías, de los descubrimientos que han hecho en medicina, por eso me parece tan importante que se forme un ambiente en el cual los dos grupos convivan.

Participante: Las estrategias son muy distintas en las diferentes instituciones, desde la planteada como la más simple, en el caso del Doctor Joaquín Remolina y su grupo, de orientar todo a la construcción de equipo. Ellos no tienen que ponerse a buscar problemas. Por otra parte, está la formación de ingenieros a los que se puede criticar, un poco ingenieros, un poco médicos, quizás no del todo ninguna de las dos cosas, pero esto es lo que sucede siempre cuando entra uno a terrenos interdisciplinarios. Se ha hablado del mercado de trabajo, de estos personajes que están egresados de las escuelas de Ingeniería Biomédica, sea a nivel de Licenciatura o a nivel de Maestría, y se nos decía en dos de las presentaciones de esta tarde que ya se ha contemplado la posibilidad de diversificación de los rumbos de estos profesionistas. Por una parte, algunos se dedicarán a trabajar en hospitales, tendrán que convivir con los médicos, conocer sus problemas y auxiliarlos, en ese caso entrarán en las dificultades aludidas por el Doctor Joaquín Remolina, en cuanto a dar mantenimiento al equipo que no ha sido construido en este país.

Dr. Joaquín Remolina: Vemos ya, cómo la propia vida ha ido diversificando los destinos de nuestros estudiantes graduados; algunos de ellos han ido a formar parte del profesorado de la Universidad, pero afortunadamente han retenido la actitud de considerarse ellos, los responsables de enfrentarse a los problemas prácticos de instrumentación que nuestra vida plantea. Otros estamos logrando persuadirlos de que establezcan, no como empleados de tal o cual empresa, o de tal o cual institución, sino precisamente como generadores de empleos. En otras palabras, se está iniciando la formación de pequeñas empresas de trabajo, desde luego con un nivel de arranque sumamente bajo, medios muy primitivos y un número muy pequeño de empleados, pero con la posibilidad de crecer. Así, otros han encontrado acomodo en Departamentos de Investigación del propio centro en el que laboramos, ya sea que se establezcan por sí solos o intervengan en labores de investigación y enseñanza.

Dr. Bonfiglio Muñoz Bojalil: Preveemos para situaciones futuras, la atención sucesiva de nuevas áreas de concentración, debido a que, como ya se ha mencionado de manera reiterada, el campo de acción del Ingeniero Biomédico es bastante extenso. No es posible, en este momento, ofrecer todas las áreas de concentración posibles. Quisimos, por eso, empezar por una que a nosotros nos parece muy importante que es la de instrumentación médica. Le sigue la de matemáticas aplicadas a la medicina porque es factible y además también es una necesidad en el país. La siguiente área de concentración que tenemos prevista para un futuro no muy lejano es la de prótesis. ¿Cuándo se va a cerrar el área de instrumentación médica? No lo sabemos, suponemos que cuando exista suficiente cantidad de Ingenieros Biomédicos e Instrumentación médica, ellos mismos lo dirán; en ese momento se

tendrá que abrir otra área de concentración, y así sucesivamente.

Participante: En el contacto que pueden tener los alumnos en diferentes instituciones, por ejemplo en el servicio social o bien con la investigación de la tesis, cada uno va escogiendo, de acuerdo a sus propios intereses o de acuerdo a las oportunidades que el campo le ofrece: Nos gustaría mucho en un momento dado ofrecer estudios de Maestría, pero ahora en este momento estamos limitados por muchas condiciones a la Licenciatura. Lo que tratamos de hacer con la licenciatura es darle una base sólida para que una vez saliendo de ella, individualmente, puedan seguir por el camino que han elegido.

Dr. Arechiga: ¿Cuáles son las dificultades que encuentran para llevar adelante sus programas? Se trata de una carrera de desarrollo reciente en nuestro medio, por eso me imagino que serán muchas y complejas. ¿Qué clase de apoyo necesitarían?

Dr. Bonfiglio Muñoz: El principal problema al que nos hemos enfrentado para poder desarrollar la Licenciatura es, precisamente, la carencia de experiencia previa para poder desarrollarla. No teníamos un punto de referencia específico en el país. Un grave problema aquí es que la gente acepte dedicarse a las labores de docencia e investigación y sacrifique lo que ofrece el trabajo de la iniciativa privada o el trabajo particular. El tercer problema es el del instrumental, lo hemos estado resolviendo de manera quizá poco satisfactoria, a través de la permanencia de nuestros alumnos en las instituciones hospitalarias. Se permite a veces a nuestros alumnos que manejen los aparatos y los vean por dentro y los traten de reparar. Creo que esta es la mejor manera de que practiquen.

El cuarto problema que estamos a punto de resolver es el área. La Universidad Autónoma Metropolitana, que es de reciente creación, no ha terminado de construir en la Unidad de Iztapalapa la serie de edificios que necesitamos, el edificio que falta construir es el de Ingeniería.

Dr. Joaquín Remolina: Respecto a la investigación que está totalmente entrelazada con la parte de enseñanza en nuestro caso, abordaré con más detalle las dificultades. Mencionaré que, probablemente, la dificultad más seria es la de sacar el problema de fabricación de la escuela. En otras palabras, establecer una separación bien clara entre la fábrica ya establecida y la escuela que está preparando gente capaz de actuar como fabricante.

El apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para nuestro trabajo ha sido fundamental. Se han otorgado becas a nuestros estudiantes, ya que son personas que empiezan a tener responsabilidades sociales considerables. Sin ese apoyo de becas a los candidatos a nuestra Maestría hubiera sido imposible actuar. Creo que es momento de señalar, que nos hemos visto un tanto limitados en el apoyo porque, por una parte, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ha tratado de aplicar en la selección de nuestros estudiantes los criterios habituales para la selección de un candidato a una maestría altamente académica o a un doctorado de excelencia científica, y por otra ha hecho a un lado las indicaciones muy precisas del tipo de prueba a que hemos sometido a nuestros candidatos antes de considerarlos aceptables.

M. en C. Rafael Mijares: Creo que el problema clave al

que nos enfrentamos en la Universidad Iberoamericana es la falta de personal docente. Esto motiva que los profesores que laboran en la Universidad estén dedicados por completo a la docencia y no tengan tiempo para investigación o para diseño y construcción de equipo, aspecto tan importante, mencionado aquí. Otro problema muy importante en la Universidad es la falta de recursos para dedicarnos a cualquier nivel de apoyo a la Licenciatura, y obviamente a la investigación. La investigación que se hace en la Universidad es muy limitada, esto se verá después, pero creo que estos son nuestros principales problemas.

Participante: Yo considero también el problema de comunicación, aparte de la falta de dinero y de medios, que es demasiado conocido y general. No es solamente en el campo de la Biomedicina, falta conexión con la industria, no hay comunicación entre el medio universitario y el medio industrial y por eso muchos esfuerzos que se hacen y que podrían ser exitosos no se aprovechan. Me parece importante que se hagan, que se construyan instrumentos, pero creo que sería muy poco económico utilizar un investigador para fabricar instrumentos. Además, los investigadores no sabemos cómo industrializar un producto.

Ing. Humberto Rebolledo: La investigación en la Universidad Iberoamericana se lleva a cabo en tres niveles, nivel individual, nivel departamental y nivel institucional. La investigación a nivel individual es aquella que realizan los alumnos o los profesores independientemente del conocimiento de los departamentos o de la institución misma. Generalmente son trabajos que se hacen en las materias que llevan los alumnos. En la investigación departamental, por lo general, se encuentran los trabajos de tesis, de servicio social y todo trabajo de investigación que requiera el apoyo especial por parte del departamento, ya sea de las computadoras en un tiempo mayor al requerido, o determinado apoyo de papelería o algún otro recurso técnico. La investigación a nivel institucional, que sería la investigación respaldada por la Universidad, la coordinan los investigadores de la Universidad Iberoamericana dirigidos por Maestro en Ciencias Luis Vergara Anderson. Este departamento tiene como función: incrementar las políticas, así como las probabilidades de la investigación, organizando los recursos económicos para apoyar a los investigadores fuera de la Universidad, y elaborar las políticas. Me voy a permitir leerlas textualmente: La Universidad Iberoamericana entiende por investigación en el sentido descriptivo, toda búsqueda sistemática de datos objetivos encaminada a generar conocimientos nuevos. Promoverá el aprendizaje a través de la investigación en toda la actividad académica de sus institutos, departamentos y centros, especialmente en sus programas de post-grado y de formación de profesores. Fomentará la creación y el fortalecimiento de agrupaciones académicas que tengan como objetivo la investigación. Eso es parte de la política que se lleva a cabo en la Universidad. Formulará, a través de sus organismos componentes, las investigaciones de interés institucional y las complementará con la colaboración de su personal académico, técnico y de sus estudiantes. La coordinación de investigación como otra de sus funciones, pretende formular las prioridades de investigación, y a su vez es responsable de su incremento y de vigilar que los recursos no sean utilizados para otros fines más que para la investigación.