

INGENIERIA FISICA. UNA NUEVA PERSPECTIVA DE LA ENSEÑANZA DE LA FISICA

JUAN ANTONIO FLORES LIRA^{*}, ENRIQUE SANCHEZ Y AGUILERA^{**},
BALDOMERO CARRERA SANTACRUZ^{***}

“Los conceptos físicos son creaciones libres de la mente humana, y no éstos, que puedan parecerlo, determinadas úricamente por el mundo exterior.”

ALBERT EINSTEIN.

INTRODUCCION

En los últimos años se viene discutiendo, en congresos y en encuentros entre físicos, cuál es la situación real de los mismos dentro de la sociedad de la cual forman parte, ya que a menudo se encuentran aislados del mundo circundante, debido a que a esta ciencia se la considera íntimamente ligada al laboratorio experimental y al gabinete teórico. Asimismo, a pesar de que todo lo que se produce a nuestro alrededor es un hecho relacionado con los fenómenos físicos, la persona formada en esta disciplina participa poco o nada, en forma directa, en la producción de elementos indispensables para el hombre. Todo esto nos parece sugerir que la preparación del físico, en el nivel licenciatura, está predestinada a llevar al individuo a un estrecho círculo de trabajo, sin permitirle ver las posibilidades que ofrece la industria, en la aplicación de sus conocimientos y en el logro, a partir de ellos, de resultados positivos en el desarrollo de procesos tecnológicos que faciliten un mayor desenvolvimiento en el progreso económico-social. De ahí que la instrucción que recibe el estudiante en su carrera de Física, debe ser guiada tanto para el campo científico como para el campo de las aplicaciones prácticas fuera del laboratorio. Para ello, es necesario preparar al estudiante, desde el momento mismo en que inicia sus estudios, sobre los beneficios que aportan los conocimientos en Física, tanto teóricos como prácticos, en el diario convivir con sus semejantes. Esta propuesta de concientización del físico, y su integración al medio en que habita, permitirá una mayor homogeneización en el conocimiento del universo, para la rápida captación y resolución de los problemas en los campos científico y tecnológico.

FISICA Y SOCIEDAD

La Física, como ciencia, nos hace ver los hechos que se producen en el espacio que está al alcance de nuestra percepción; y a través de esta visión, nos permite la adquisición de conocimientos con los que, mediante las variables adecuadas, se logran múltiples beneficios para el hombre, al reproducir éste el fenómeno observado. Para llegar luego, con las modificaciones necesarias, a la verificación de otros, que nos hace palpar el verdadero universo dentro del cual se mueve la humanidad. Pero, ¿qué pasa si a cada uno de estos hechos le vamos buscando su justa relación con los demás?; ¿si a cada fuerza natural le vamos sumando las restantes descubiertas por el hombre? Tendríamos un vastísimo campo de acción acompañado por toda la perspectiva de un mundo al cual se le podría dedicar lo mejor de este conocimiento, para el correcto desenvolvimiento y evolución del ser. Pero he aquí que viene el problema más difícil de solucionar, y se trata de la puesta en marcha de un proceso de comunicación del hombre con el hombre, problema a veces casi imposible de resolver, debido a que cada individuo es una unidad funcional completamente independiente de sus semejantes. Ya que su trabajo se desarrolla a veces en forma unipersonal, en un estrecho campo de acción. Aquí caemos en

^{*}Físico de la Universidad Nacional Autónoma de México. Director del Departamento de Física, Universidad Iberoamericana.

^{**}Físico de la Universidad Nacional Autónoma de México. Jefe de los Laboratorios de Física, Universidad Iberoamericana

^{***}Físico de la Universidad Nacional Autónoma de México. Director de Servicios Escolares, Universidad Iberoamericana.

la cuenta de que cuando formamos a nuestros físicos, la primera palabra que habría que fijar en sus mentes es: sociedad, significando con esto, coparticipación de todo ser humano en los acontecimientos que se dan a diario en nuestro mundo, en el desarrollo de sus conocimientos, en la aplicación de los mismos, y en la evolución que sobre ellos pueda realizar en beneficio de los demás; y por supuesto sin la exclusión de ningún individuo que quiera participar en tan vasta obra. Es decir, que al hablar de Física, debemos poner en primer plano sociedad. Puesto que si la primera no está al servicio de la segunda, vanos serán nuestros esfuerzos en el logro de un mundo mejor, mediante la aplicación de la ciencia que el hombre lleva día a día hacia caminos desconocidos, y con resultados inimaginables para su mente en desarrollo.

POR UNA PARTICIPACION ACTIVA DEL FISICO EN SU MEDIO CULTURAL

Una vez que ha finalizado sus estudios de licenciatura, el físico encuentra que hay una limitación en su actividad, porque en el transcurso de su formación no ha sido debidamente preparado para actuar en su medio cultural, teniendo la mayoría de ellos que emigrar hacia lugares en donde le ofrecen las posibilidades de aplicación de sus conocimientos.

¿Por qué ocurre lo anterior? Principalmente se debe al hecho de que el estudiante de Física ha encontrado sólo material de especialización en su carrera y no se le ha puesto en contacto con el mundo externo a ella, dentro del cual se puede considerar su cultura, y las pautas de desarrollo industrial y de aprovechamiento de los recursos naturales de su región; así, con esta carencia del conocimiento de la realidad de su medio, se encuentra coartado, sin una estructuración de ideas que le hagan notar lo útil que es la sociedad a la que pertenece, y sin la creatividad necesaria para solucionar problemas inherentes a su propia región.

Por eso debemos dar al estudiante de Física todo el apoyo necesario para que participe desde los eventos más simples, hasta en aquellos que requieren de la participación de entidades gubernamentales o privadas, debido a la complejidad de su desarrollo. Con ello, se irá preparando al individuo para una mejor y correcta interrelación entre su accionar profesional y su vida dentro de la comunidad, de la cual pasa a ser miembro activo.

FISICA Y TECNOLOGIA.

UNA INTEGRACION EFECTIVA PARA EL PROGRESO ECONOMICO-SOCIAL DE LA HUMANIDAD

La Física ha revelado al ser humano parte del misterio que guarda la materia en sí. Nos ha llevado a pasos agigantados hacia el conocimiento, desde las partículas más pequeñas que el hombre haya podido detectar, hasta los abismos siderales con sus secretos recién descubiertos en los últimos años.

Este saber que día a día se acumula en nuestro mundo, de nada serviría si lo tomáramos como mero conocimiento para seguir escalonando en él, y si no lo aplicamos en forma concreta y real al servicio de la humanidad. Aquellos países que han alcanzado un alto grado de desarrollo científico y tecnológico, le deben a la integración armoniosa de estas dos áreas todo el beneficio económico alcanzado, y gracias a él, los progresos en el orden social que hacen a un pueblo concretar realizaciones positivas para el bienestar general de sus habitantes.

Ahora bien, ¿cómo conseguiremos que la Física, considerada como ciencia, ayude a este adelanto económico-social de los pueblos? La respuesta más justificada es: integración, es decir, un correcto interaccionar entre Ciencia Física y Tecnología. Para que cada paso en pro de la primera, dé sus resultados positivos en la segunda.

Para que la tecnología actual utilice en forma eficaz cada uno de los descubrimientos realizados en Física, debemos adecuar nuestro esquema de pensamiento a las necesidades del hombre, y pensar seriamente que a veces una extralimitación en la aplicación de determinados conocimientos puede llevar a desastres de los cuales la humanidad solamente toma conciencia cuando ya es demasiado tarde, tanto para el mantenimiento

del equilibrio ecológico, como para la conservación- de la especie y de su medio.

Así, la integración entre Física y Tecnología debe ser uno de los puntos principales sobre el cual tiene que insistir el hombre.

Aplicar la Física al campo, a la industria, y a todo aquel medio en que el conocimiento obtenido de la primera sirva para afianzar las técnicas industriales, así como para otorgar mayor seguridad a los procesos de elaboración que son aplicados a diario.

CAPACITACION DEL FUTURO FISICO DENTRO DE LOS CAMPOS CIENTIFICO Y TECNOLOGICO

El futuro físico, a través de una orientación adecuada, deberá saber marchar en forma paralela a ambas áreas de aplicación de la Física: el científico y el tecnológico. Para esto, los métodos de instrucción deben incluir una introducción a la Física de la Producción, en la que el estudiante vea la posibilidad de otro campo de acción, aparte del laboratorio de investigación y del gabinete teórico. Campo de acción inmediato para la aplicación de sus conocimientos, y una fuente de constante absorción de mano de obra especializada para las tareas de incremento de producción y de aplicación de nuevos métodos productivos, según la creatividad de cada individuo formado en esta disciplina. El físico así preparado, tendrá una amplia visión de sus posibilidades laborales, y se evitarán frustraciones personales, que se dan a menudo en la vida diaria, debido a que son reducidos los números de puestos vacantes para ejercer la carrera de investigador y la carrera docente; no así en la industria que con el transcurrir de los años necesita imperiosamente de la labor especializada que le puede ofrecer el individuo egresado de la carrera de Ingeniería Física.

En la cada día más copiosa literatura sobre ciencia y tecnología, destaca una queja recurrente de que el cambio técnico no ha sido el más adecuado para mejorar la situación del país, el cual se encuentra en su etapa de desarrollo; de aquí se pasa piadosamente a recomendar que los programas de tecnología deben orientarse hacia la búsqueda de técnicas mejores, a las que se llama “apropiadas”.

Como resultado de una encuesta realizada por el CONACYT entre miembros distinguidos de la comunidad científica, se identificó un conjunto recurrente de observaciones respecto a fenómenos que inhiben un desarrollo científico y tecnológico fluido. Entre éstos, los principales son los siguientes: Coordinación de la actividad científica, Servicios de bibliotecas e informes, Administración de las instituciones de investigación, Importación de equipo, materiales y servicios de mantenimiento y Recursos Humanos.

Respecto de estas observaciones, la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Iberoamericana, después de realizar un estudio de la situación actual en México, ofrecen una alternativa de solución a algunos de los problemas a través de la licenciatura en Ingeniería Física, licenciatura que pretende crear, en consecuencia, un profesional capacitado, técnica e ideológicamente, para cooperar al desarrollo de los recursos naturales del país, mediante la investigación, docencia y la práctica en los diversos campos de la ingeniería; un profesional de nueva modalidad, altamente capacitado para estos tres objetivos por el profundo conocimiento de las leyes físicas que rigen la técnica y altamente especializado en el campo restringido de la rama ingenieril concreta de su elección. El curriculum de la licenciatura impartida en la Universidad Iberoamericana se presenta en el Anexo 1. Cabe aclarar que existe una tendencia muy marcada de las políticas del país de dar algunas salidas a los problemas antes planteados; esto se puede constatar en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología. Se observa en la matriz de proyectos por ciencia y área prioritaria (Anexo 2), que existe un mayor número de éstos en las áreas de las ciencias: agropecuarias (578); de la Salud (332); Sociales (637); y Tecnología Industrial (219); por lo que se puede inferir la necesidad de crear personal capacitado para llevarlos a cabo.

Por lo anterior el CONACYT, en su plan de formación de personal, ha distribuido el presupuesto para becas dando el mayor porcentaje al desarrollo tecnológico en la industria (21 %) en su programa de recursos humanos de 1978-82 (Anexo 3). Esto es a consecuencia de que la mayoría de los proyectos de investigación y desarrollo experimental (IDE) en los diferentes sectores, tiende a realizar investigación aplicada, quedando

relegada la investigación básica y el desarrollo experimental (Anexo 4).

A continuación pasamos a definir los siguientes conceptos:

Investigación básica (teórica o fundamental) es toda actividad que tiene por objeto aumentar los conocimientos científicos o el descubrimiento de nuevos campos y métodos de investigación sin un objetivo práctico concreto.

El conocimiento alcanzado se caracteriza por servir solamente como insumo a otras actividades de investigación y toma la forma de hipótesis, teorías, postulados, fórmulas o leyes.

Investigación aplicada es toda actividad que pretende aumentar los conocimientos científicos con un objetivo práctico concreto dentro de un área general de aplicación. El conocimiento alcanzado se caracteriza por ser potencialmente aplicable.

El desarrollo experimental es el empleo sistemático de los resultados de la investigación básica, de la investigación aplicada y de conocimiento empírico con el propósito de originar nuevos materiales, productos, dispositivos, procedimientos, métodos y sistemas o mejorar el desarrollo de prototipos, instalaciones experimentales y servicios piloto.

El conocimiento adquirido toma la forma de técnicas desarrolladas, manuales, reglas de decisión específicas y acciones a seguir para la definición de programas políticos y operaciones.

CONCLUSION

Con la integración científico-tecnológica, encarada desde el punto de vista estrictamente humanístico, es decir, con una conciencia plena de que estos conocimientos son del hombre y para el hombre, llegaremos al desarrollo óptimo de nuestras cualidades como seres humanos, siempre que consideremos que a mayor conocimiento del universo el individuo tomará mayor responsabilidad de su significado dentro del vasto mundo en que habita, y buscará forzosamente su integración al medio en el cual desarrolla su labor, para un mayor bienestar económico-social y para un mejor entendimiento con aquellos que han manifestado interés por otras disciplinas distintas a la Física. Y cuando decimos otras disciplinas, queremos significar tanto las que hacen al mundo de la tecnología como aquellas referidas al campo de la filosofía, logrando con esto la armonía precisa para un feliz convivir, y la capacidad suficiente como para dar a aquellos que no lo han logrado, el conocimiento que hace en este mundo alcanzar las condiciones necesarias para captar y resolver los problemas que son inherentes a cada región del planeta.

Hasta el momento, la carrera de Ingeniería Física está en la fase de implantación y modelación en la Universidad Metropolitana y en la Universidad Iberoamericana, por lo cual sería muy aventurado ofrecer algunas conclusiones de los resultados obtenidos en los egresados de ésta. Sin embargo, se puede adelantar que es notoria la motivación de los alumnos por los problemas tecnológicos que afectan al país y su franca actitud para afrontarlos.

BIBLIOGRAFIA

1. Physics in Industry. (Proceedings of the International Conference held in Dublin). Edit. E. O. Mongan & C. P. O'Toole, Gran Bretaña, 1976.

Pergamon Press, The National Committee for Physics of the Royal Irish Academy:

- The Role of Universities. H. B. G. Casimir.
- Opportunities for Physicists in Industry, Past and Future. L. Grodzins.
- Engineering Physics- The Canadian Experience. M. Sayer. - On the Socio-Economic Problem of Education for Optimizing Creative Potential of Physicists for Industry. D. S. Parmar.

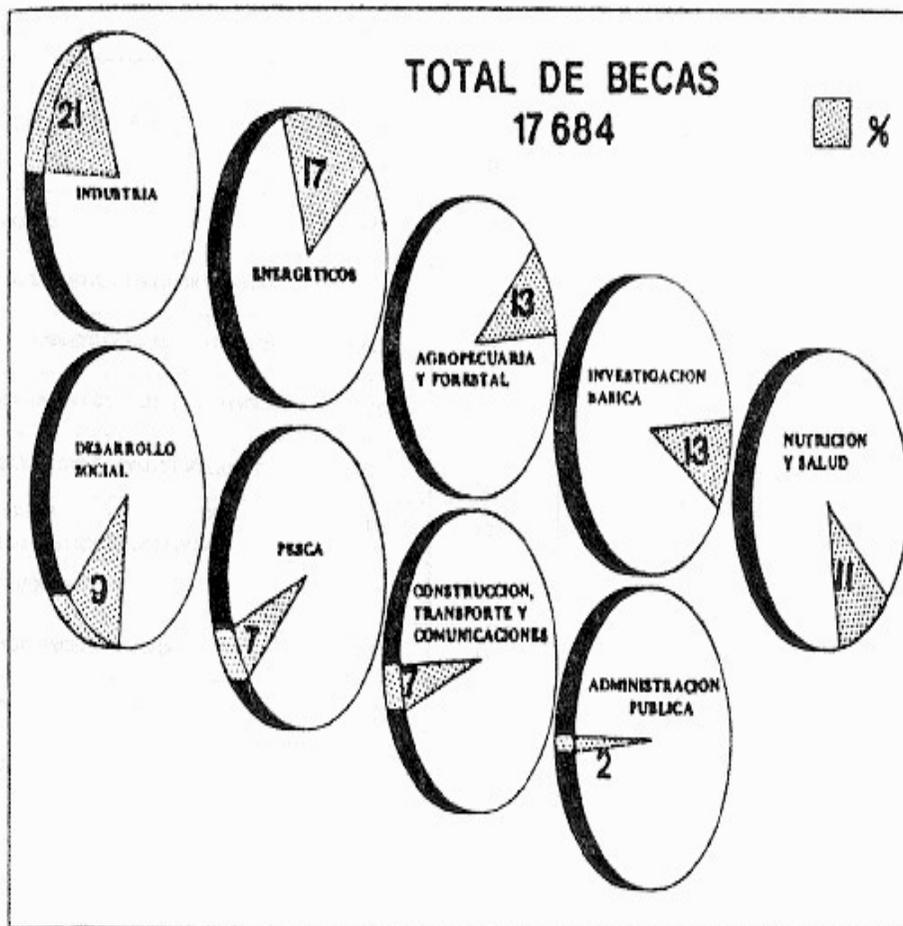
- Why and How “Physics for Industry” in a Country like Italy. The Problem of Small Industries and of Transfer of Knowledge. Roberto Fieschi y Umberto Emiliani.

Estadísticas Básicas sobre el Sistema Científico y Tecnológico Nacional. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Directorios y Catálogos. México, 1977.

Programa Nacional de Ciencia y Tecnología. 1978-1982. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, 1978.

MATRIZ DE PROYECTOS POR CIENCIA Y AREA PRIORITARIA

CIENCIAS	AREAS PRIORITARIAS									
	TOTAL	INVESTIGACION BASICA	AGROPECUARIO Y FORESTAL	PESCA	NUTRICION Y SALUD	ENERGETICOS	INDUSTRIA	CONSTRUCCION Y COMUNICACIONES	DESARROLLO SOCIAL	ADMINISTRACION PUBLICA
BASICAS	232	230	2							
AGROPECUARIAS	578		566		4		1		3	4
DE LA ALIMENTACION	73		1		69		3			
DEL MAR	65			63	1			1		
ECOLOGIA	83		69	9	4				1	
DE LA SALUD	332				294		13	16	4	21
DE LA TIERRA Y METEOROLOGIA	27		9		2					
SOCIALES	637				2		1		498	136
DE LA ENERGIA	65					59	5			1
DE LA INGENIERIA	78		15	2				45	16	
TECNOLOGIA INDUSTRIAL	219		36		8	1	160			14
INFORMATICA	26				1		7	2	6	10
DE LA COMUNICACION	53						3	35	1	14
TOTAL	2468	230	698	74	385	60	193	99	529	200



Distribución de las becas que se otorgarán en el Programa de Formación de Recursos Humanos 1978-1982 del CONACYT.

SECTOR DE PERTENENCIA	TOTAL	NO RESPONDIERON	TIPO DE ACTIVIDAD		
			Investigación Básica	Investigación Aplicada	Desarrollo Experimental
TOTAL	9287	95	2350	4921	1921
GOBIERNO FEDERAL	2498	7	298	1553	640
GOBIERNOS DE LOS ESTADOS	89	5	7	69	8
ORGANISMOS DESCENTRALIZADOS	2009	14	375	1178	436
OTROS DEL GOBIERNO	101	1	5	56	39
EMPRESAS DE PARTICIPACION ESTATAL E INSTITUCIONES NACIONALES DE CREDITO	69	15	1	27	26
EMPRESAS PRIVADAS DE CAPITAL NACIONAL	270	10	6	120	134
EMPRESAS PRIVADAS DE CAPITAL EXTRANJERO	66	9	5	25	27
CENTROS DE ENSEÑANZA SUPERIOR PUBLICOS	3572	20	1549	1531	472
CENTROS DE ENSEÑANZA SUPERIOR PRIVADOS	331	6	65	173	67
ORGANISMOS NO LUCRATIVOS	118	8	14	77	19
SECTOR EXTERNO	170	0	5	112	53

DATOS PROVENIENTES DE LA "ENCUESTA SOBRE LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS DE LAS INSTITUCIONES QUE REALIZAN INVESTIGACION Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN MÉXICO" (1973-1974).

(1) Comprende proyectos iniciados entre diciembre de 1973 y octubre de 1974.

(2) Ver definiciones.