

LA COOPERACION INDUSTRIA UNIVERSIDAD:
SITUACION DE GANAR O GANAR*

JOSE ANTONIO VAN DER HORST**

Resumen:

La enseñanza en ingeniería necesita estar vinculada a la sociedad a través de las industrias de un país dado. Se necesita también que las universidades desarrollen efectivamente las funciones de su misión complementarias a la docencia, que son la investigación y la extensión. Hoy por hoy, esto no sucede en el nivel adecuado en la República Dominicana.

En la situación actual de apertura de las aduanas, empresas retrasadas tecnológicamente requieren esfuerzos, recursos y tiempo enormes si son hechos en forma independiente, sin garantía de éxito, para recobrar el terreno perdido.

Ambos problemas representan una oportunidad para desarrollar una cooperación interdependiente y efectiva entre la industria y la universidad, para elevar el nivel tecnológico de ambas, con menor esfuerzo, recursos y tiempo a emplear.

La principal recomendación es dar inicio a la cooperación con una definición de las necesidades más comunes en el sector industrial como un todo y de ahí generar proyectos de investigación y extensión. Se describen otras consideraciones y acciones para alcanzar un estado sinérgico de mutuo beneficio entre la industria y la universidad en la República Dominicana.

* XV Congreso Panamericano de la Enseñanza de la Ingeniería. Santo Domingo, agosto de 1992.

** Facultad de Ingeniería, INTEC.

Se comenta sobre la aplicación a otros países en estado similar de desarrollo tecnológico.

Palabras Claves: *Educación superior, gestión tecnológica, cooperación, industria-universidad.*

I. INTRODUCCION

La enseñanza de la ingeniería en la República Dominicana está en un momento de transición muy importante a causa de los acontecimientos comerciales y de la política internacional. Se requiere que seamos creativos para aprovechar las mejores oportunidades que la necesidad, madre de los inventos, implora.

La globalización de los mercados mundiales, gracias a avances tecnológicos recientes, están impactando la realidad de todas las naciones. Nuestro enfoque de esa situación es que cada nación debe competir con las demás para ofrecer un nivel de vida adecuado a sus ciudadanos. En realidad la competencia se está organizando a través de bloques regionales, pero con amplia cooperación en asuntos de alto interés humano como los de la contaminación ambiental, para el nivel mundial.

Consecuentemente, a nivel nacional es de esperarse que la cooperación se profundice dentro de esta coyuntura, que no parece ser pasajera, si es que se desea aprovechar ese esquema global. Todo luce indicar que es muy difícil dar marcha atrás y aislarse de nuevo.

No cabe duda de que la riqueza de las naciones se basa cada vez más en la propiedad del conocimiento y de la tecnología y su saber cómo hacer, todos los cuales son afectados por la calidad y la actualidad de la educación en ingeniería.

El poco grado de madurez tecnológica de la República Dominicana, reflejado en el reducido acopio de conocimientos y en una pobre cooperación de sus estructuras productivas, hacen que se encuentre en una posición de retraso relativo que requiere la ejecución de un programa de reestructuración industrial de gran envergadura.

Este trabajo cubre un aspecto de esa reestructuración industrial dominicana. Su objeto específico es identificar qué cosas pueden ser hechas para producir una cooperación industria-universidad significati-

va que incida en nuestra capacidad de competir satisfactoriamente en el mercado internacional, a mediano y largo plazo. Sólo a manera de ejemplo, a través de la ponencia, vamos a describir cómo se pueden implementar ciertos programas de cooperación, aunque a ciencia cierta esta es una potestad de la industria y de la universidad, a cuyos ejecutivos e ingenieros dedico este trabajo.

Como todo trabajo que estudia un tópico de tal amplitud, como el que vamos a abordar, es preciso emplear simplificaciones para mantener la idea principal en perspectiva, por eso nuestro simple planteamiento se basa en que la República Dominicana puede subir la calidad de vida y mejorar el intercambio comercial con el exterior, si como parte de la reestructuración, sus industrias y universidades emprenden programas sinérgicos de cooperación en investigación y extensión, para elevar nuestro nivel tecnológico y reducir la brecha de conocimientos con los países más desarrollados.

II. GENERALIDADES

II.1. Desarrollo Tecnológico

En abril de 1985, presenté ante la Academia de Ciencias de la República Dominicana mis esperanzas sobre el tema de la innovación tecnológica para la próxima generación de dominicanos, al sugerir la necesidad de desarrollar un sistema eficaz de innovación (1). Más recientemente, en 1988, el Doctor Eduardo Latorre, ex-rector de INTEC, presentó los elementos claves para desarrollar la República Dominicana en una generación, emulando el desempeño de los tigres asiáticos (2).

Latorre presentó también en forma conceptual y sencilla una lista de ocho impedimentos a vencer (2). Las consideraciones de esta ponencia contribuyen a actuar sobre cuatro de los impedimentos de origen mayormente técnicos, económicos y financieros que son: el dominio sobre la naturaleza, el dominio de la tecnología, la maximización de la producción y la productividad, y la satisfacción de las necesidades básicas.

Para lograr estas metas se requiere actuar además en los otros impedimentos identificados por Latorre que son: El Estado moderno, la voluntad para el desarrollo, la profundización de la democracia y el control demográfico. Sin el decidido empeño de los dominicanos para sobrepasar estos impedimentos de origen mayormente sociales y políticos, lo que planteamos difícilmente podrá ser. Por lo tanto, si se desea lograr el desarrollo en una generación, es necesario dar como un supuesto que acciones concurrentes se llevarán a cabo para sobrepasar esos impedimentos.

Tanto la universidad como la industria en su papel de formar y emplear a los ingenieros, pueden actuar y actúan en forma directa sobre tres de los cuatro impedimentos de origen técnico, económico y financiero, indudablemente en cooperación con científicos y profesionales de otras ramas, pero no cabe duda que la mayor parte del dominio de la tecnología, una buena parte de la maximización de la producción y de la productividad, y una parte importante del dominio de la naturaleza dependen de la ingeniería.

A la universidad le compete, en primer lugar, el dominio de la naturaleza y, en segundo lugar, el dominio de la tecnología, mientras que a la industria le compete el dominio de la tecnología y la maximización de la producción y de la productividad. A la industria y al Estado le compete la satisfacción de las necesidades básicas. Por eso es lógico que nos concentremos en presentar como lograr el dominio de la tecnología, dentro del contexto de la cooperación industria- universidad, cosa que abordaremos más adelante.

De hecho, esos cuatro impedimentos pueden ordenarse en una secuencia clara. Para obtener el dominio de la tecnología es importante tener el dominio de la naturaleza. Para maximizar la producción y la productividad es imprescindible tener dominio de la tecnología. Por último, para la satisfacción de las necesidades básicas es imperante maximizar la producción y la productividad.

INTEC, con la asistencia de ONUDI, hizo un esfuerzo universitario importante en esta dirección al inicio de su existencia, con el Proyecto CEAT/INTEC de enlaces Universidad Sectores Productivos. El Proyecto CEAT/INTEC tenía un enfoque muy selectivo que pretendía ir al

núcleo de la problemática: la elevación del nivel directivo de los sectores productivos. Ejecutado al principio de los años setenta, dicho proyecto no encontró el ambiente propicio, pero indudablemente sembró en el país una semilla que floreció en el Proyecto de Enlaces Industriales.

II.2. La Investigación Científica e Industrial

La investigación científica es el medio principal de obtener el dominio de la naturaleza. La misma es ejecutada en las universidades, los laboratorios especializados de los gobiernos y las industrias en lo que afecta a las áreas de la ingeniería.

La Investigación y Desarrollo (I+D) es el medio formal empleado hoy para obtener el dominio de la tecnología. La Enciclopedia Británica describe a la I+D como dos procesos íntimamente relacionados por el cual productos nuevos y formas nuevas de productos viejos son creados por la tecnología industrial moderna (3).

Mucha investigación formal e informal es hecha para llevar a cabo las actividades industriales. Especialmente cuando surgen dificultades que no habían sido anticipadas durante la instalación, durante la puesta en operación inicial y después durante la operación y mantenimiento de las maquinarias. No siempre los resultados son los mejores por falta de conocimientos de una mejor solución. Se requieren estudios con base al conocimiento existente y a veces requieren el desarrollo de nuevos conocimientos - en ambas situaciones el término del idioma inglés "research" es empleado. El significado del término anterior puede ser estudiar, documentarse o investigar, dependiendo de la situación particular en que se emplee. Sin importar cual de los términos se emplee, lo importante es acceder al conocimiento que se requiere en un momento determinado, si es de dominio público o pertenece a alguien de quien se puede comprar o si es necesario crear nuevo conocimiento. Muchos de estos problemas requieren estudios más detallados o extensos que los que las empresas individuales pueden o están en capacidad de hacer.

En los países industrializados los estudiantes aprenden a emplear la investigación desde que están en la escuela secundaria. Los principios son universales: buscar lo conocido, ordenarlo y tratar de concluir con algo mejorado que tenga sentido.

En 1955 las empresas de servicio eléctrico de los Estados Unidos estaban discutiendo la posibilidad de hacer el mejor uso de la ciencia moderna en la ejecución de un programa de investigación.

"Los autores se sorprendieron por dos impresiones significativas: la gran divergencia de opinión sobre las políticas de investigación expresadas por los ejecutivos de las empresas y el sentimiento ineludible que demasiados ingenieros, como el resultado de su concentración en los problemas diarios, no tienen un entendimiento claro de lo que es la investigación científica o de lo que las investigaciones pueden hacer para beneficiar a la industria" (4).

Creo que estamos en una situación parecida a las del párrafo anterior, por lo que el discurso sobre este tema puede tornarse muy emotivo.

La I+D en la industria es una necesidad incuestionable para competir en el mercado global. Debe ser la meta a largo plazo estar en capacidad hacer I+D, en las áreas de mayor relevancia. Todos los entrevistados por los periodistas del IEEE Spectrum, durante la preparación de un número especial de la revista sobre I+D en octubre de 1990, estuvieron de acuerdo en que la I+D es una necesidad industrial absoluta (5). Según Robert Lucky, director ejecutivo de los laboratorios Bell de la AT&T, la I+D se está convirtiendo en la ciencia de los negocios (6).

II.3. La Cooperación

Para estudiar la cooperación industria-universidad, primero vamos a expresar lo que entendemos por cooperación y lo que entendemos por competencia, usando un enfoque de sistemas de acuerdo a la coyuntura que está permeando la sociedad global del momento.

La familia, el vecindario, el barrio, el pueblo, la ciudad, la provincia, la nación, la región, el continente y el mundo son sistemas sociopolíticos cada vez más complejos basados en el individuo. En todos se pueden dar las ventajas que ofrece la cooperación y las que ofrece la competencia.

Hay una diferencia marcada entre cooperación y ayuda: cooperación requiere de mutuo esfuerzo para obtener mutuo beneficio, pero ayuda no. Por lo tanto, no estoy propugnando por ayuda de las industrias para la universidad, sino cooperación donde ambos puedan ganar. La industria ha estado en la espera de que el Estado ayude con la preparación de los recursos humanos que aquella requiere y por eso paga impuestos. Por eso también el Estado debe ayudar a la universidad, para que prepare esos recursos para la industria. El resultado visible es que esto no es logrado al nivel requerido, por razones que han quedado en el pasado. Más adelante presento cómo la industria y la universidad pueden cooperar entre sí y juntas cooperar con el Estado para subir el nivel de todos.

Stephen Covey, en su libro "Los siete hábitos de las personas altamente efectivas" (7) presenta dos estados adicionales que un individuo en estado dependiente puede desarrollar: independiente e interdependiente. El estado independiente se logra trabajando sobre uno mismo con iniciativa, metas y prioridades. El estado interdependiente es logrado sólo por los independientes, con relaciones interpersonales de mutuo beneficio, entendiendo antes de ser entendido y aprovechando la sinergia, que es la cualidad que permite al todo mayores resultados que a la suma de las partes. Es esta sinergia el elemento clave de la cooperación.

De igual manera los sistemas sociales, que no son más que conglomerados de individuos dirigidos, pueden estar en uno de los tres estados mencionados. Son los dirigentes en este caso que tienen que ser independientes para que su sistema social sea independiente, pero no necesariamente un dirigente independiente asegura un sistema social independiente.

Según el documento "Organismos de Enlace Universidad Sectores Productivos", auspiciado por ONUDI para el proyecto CEAT/INTEC, en 1973, sobre el sistema social sectores productivos: "La problemática de los sectores productivos es la problemática de las empresas e instituciones que lo constituyen y promueven. Los sectores productivos por sí mismos no existen. Existen empresas y existen instituciones. Así como en un país la situación de sus instituciones no es consecuencia de

la situación del país, sino a la inversa, en materia sectorial la entelequia sector es el resultante de la situación de las empresas que lo componen. En las empresas lo relativo a su situación es todo consecuencia directamente proporcional al nivel de desarrollo de sus niveles directivos" (8). Por lo tanto, es preciso que existan dirigentes, en la industria y en la universidad, con la adecuada formación que les permita tomar la iniciativa, definir las metas y actuar con bases a las prioridades adecuadas, de forma que alcancen la debida independencia.

Un último concepto de importancia en el desarrollo de la cooperación industria-universidad es que ambos deben ganar. Tanto Covey (7) como Kamm (9) dan ejemplos de este concepto de negocios. Covey lo considera como un elemento básico y lo amplía para especificar que ambos deben ganar o no debe haber trato. Según Kamm un ejemplo brillante de ganadores múltiples fue el diseño de contenedores para el transporte terrestre y marítimo.

III. PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES

Los problemas y oportunidades que ofrece la cambiante tecnología a la universidad y a la industria dominicana son abordados a continuación:

III.1. El Dominio de la Tecnología

Mucho se ha hablado en contra de efectuar la I+D en países en desarrollo y no deja de haber muchas razones de peso para ello, entre las cuales se citan la necesidad de resolver problemas sociales y políticos de envergadura.

Durante el inicio del empleo de la I+D por las grandes corporaciones a principio de este siglo se encontró que se obtuvieron muchos beneficios inesperados. La macropedia de la Enciclopedia Británica en el tema comenta:

"Al final de la guerra las compañías más grandes en todos los países industrializados se embarcaron en planes ambiciosos para establecer sus propios laboratorios, a pesar de la inevitable confusión en el control de las actividades que eran novedosas para la mayoría de los participantes, le siguió una década de progreso técnico extraordinario...El amplio mejoramiento en la eficiencia industrial producido por esta primera gran inyección de esfuerzo científico fue lejos para compensar el deterioro

económico y financiero...El único límite fue puesto por la escasez de personas entrenadas y las demandas de trabajos académicos y de otra naturaleza"(9).

Hay varias brechas de conocimientos que cerrar. Una brecha es la que existe dentro de los recursos humanos del mercado local con relación a lo que es efectivo en el mercado global, para efectuar todas las tareas industriales que se decidan desde la concepción hasta su última utilización. Una amplia brecha existe también en la necesidad industrial y el producto de nuestras escuelas de ingeniería.

La brecha de conocimientos sólo se puede cerrar actuando sobre los impedimentos al dominio de la naturaleza y al dominio de la tecnología. La escuela graduada puede ser un elemento clave para cerrarla.

El dominio de la naturaleza requiere esfuerzos intelectuales y físicos por parte de científicos y de ingenieros. El dominio intelectual de la naturaleza, en física, química, matemáticas, biología se lleva a cabo en la industria moderna, pero es mayormente ejecutado, dentro de la escuela graduada, por la universidad. Este dominio se expresa con publicaciones periódicas, que a menudo resultan en tesis doctorales, cuando los resultados son originales.

Prácticamente todos esos conocimientos están en el dominio público, una parte de los cuales son claves para el desarrollo industrial. Sin embargo, es muy difícil acceder a los resultados de esas publicaciones especializadas sin un entrenamiento formal de la escuela graduada. Es por esto que el dominio de la tecnología es dependiente del dominio de la naturaleza.

La brecha de conocimientos que existe en la industria dominicana con relación al estado del arte industrial mundial consiste de información y conocimientos que existen tanto en el dominio público, como en el privado. En el dominio público se encuentra el gran acervo de las patentes de invención, las cuales protegen por tiempo limitado cierta tecnología. Si no se conoce lo que está en el dominio público podemos pagar la información como si fuera privada.

Acceder a la información requerida disponible en el dominio público garantiza la mejor posición que se puede obtener de forma independiente, lo cual es sólo posible cuando se está al tanto del estado del

arte particular y eso requiere recursos humanos con la suficiente capacidad y dedicación.

Mucha de la información tecnológica es difícil de digerir sin una base adecuada de conocimientos, que generalmente requieren un grado de ingeniería y a veces de maestría. Por eso la tecnología en muchas ocasiones no se transfiere. Además, la buena consultoría exige muchas horas consultor, siempre a niveles que las industrias individuales no están dispuestas a costear.

Nadie nace sabiendo. Por eso el Estado dio a las industrias de la República Dominicana una oportunidad para desarrollarse por medio de una ley de promoción industrial que hace poco venció. Hubo progreso, pero no el suficiente para entrar en esta nueva etapa. Hay que dar la oportunidad al personal universitario para que conozca los problemas industriales comunes y se haga competente, para que sea aceptado por la industria. Este es uno de los problemas principales que identificó el Dr. Vladimir Yackovlev, Asesor de la Unesco, quien dijo:

"Una de las condiciones indispensables para que pueda existir una real cooperación entre los dos campos es que la institución universitaria esté segura de que el personal docente conoce los problemas de la industria y que es bastante competente como para ser aceptado por esa industria"(11).

Con la cooperación industria - universidad se pueden desarrollar recursos humanos orientados a las necesidades comunes de las industrias en el quehacer científico y el comohacer tecnológico. Según William Foglesong Jr., director de I+D de Du Pont en Wilmington, Delaware, la mejor transferencia de tecnología ocurre "cuando hay una clara necesidad insatisfecha en una compañía y una universidad desea trabajar en esa área" (12). Una condición de los programas comunes es definir esas necesidades insatisfechas y encontrar la universidad que desee trabajar en ella junto con la industria.

Muchas compañías dependen de nuevas tecnologías para mantenerse competitivas. Pero muchas de esas nuevas tecnologías desvían la atención del área principal del negocio y son a menudo difícilmente transferidas, porque la industria no posee los recursos humanos en calidad ni cantidad para hacerla efectiva. En ocasiones hay muchas

alternativas para elegir, complicando el proceso de toma de decisiones. Bajo un esquema cooperativo la introducción de tecnologías como esas, pueden ser financiadas en conjunto y asignadas a las industrias que tengan la mejor posibilidad de ponerlas en ejecución con el respaldo de las otras empresas que cooperan. Más adelante, cuando la tecnología sea transferida, se puede efectuar la adaptación y extensión requeridas por las otras industrias.

Llegar al estado del arte industrial requiere llenar ciertos prerrequisitos. Hay una gran masa de conocimientos que son necesarios para entender un área del saber. Un PhD es otorgado cuando un área del saber es empujada más allá de los conocimientos corrientes.

En verdad hay tantos conocimientos puestos al servicio de la humanidad en estos momentos, que la gran mayoría de los asesores y consultores por ajustarse al presupuesto no tienen el tiempo para encontrar la mejor solución a un problema industrial dado. Una alternativa a esto es la universidad competente.

III.2. Situación de la Universidad

La universidad dominicana, como es natural, ha estado graduando profesionales con variado potencial, muchos de los cuales no han sido aprovechados a cabalidad por la industria, por diversas razones. En efecto ha habido un gran desperdicio de capacidad graduada en ingeniería en nuestro país, donde se ha subutilizado mucho talento, que no ha podido desarrollarse adecuadamente. Hemos violado el criterio de Wiener, que dice: "Asignar a un hombre cualquier tarea que le demande menos de lo mejor que puede dar y recompensarle menos de lo que se merece son ambos una degradación y un desperdicio" (13). Más que nunca se requieren ingenieros que transfieran conocimientos a las industrias.

Cada vez más conocimientos de ingeniería son producto de la investigación científica, cada vez más tecnologías están presentes en el comohacer industrial y por ende cada vez es más difícil elegir, instalar, operar y mantener esas tecnologías. Desde hace tiempo no es posible para un ingeniero aprender todas las enseñanzas de las artes tecnológicas de una industria o de una rama tradicional de la ingeniería.

La ingeniería está transformándose de un arte hacia una ciencia. Por eso el nuevo ingeniero es cada vez más científico que técnico. En los países más adelantados es la industria la que complementa la práctica del ingeniero.

La universidad dominicana se encuentra en un atraso relativo considerable. Salvo contadas excepciones los profesores tienen contacto con la industria porque son empleados en las mismas, pero no porque desarrollan proyectos para ellas. La poca investigación hecha por nuestros ingenieros es efectuada casi a título personal y por lo tanto no se le dedica suficiente tiempo. Por ende, la calidad y la actualización de los conocimientos impartidos en algunas áreas del saber distan de lo requerido. Además, muchos de los profesores imparten docencia que no está relacionada con su práctica diaria.

Para analizar esa situación, he dividido la enseñanza de la ingeniería a nivel mundial de acuerdo a dos paradigmas que por simpleza he denominado técnica-ingeniería y ciencia-ingeniería, pero que de hecho éste último se construye encima del anterior. El primero, de enfoque práctico, recibe una enseñanza que aparentemente no requiere actualización, produce un egresado que se integra rápidamente a los sectores productivos, pero que no tiene suficiente flexibilidad para adaptarse a los cambios que están ocurriendo ahora y está muy expuesto a la obsolescencia temprana. Sus profesores se dedican exclusivamente a las actividades de docencia. Este es el paradigma vigente en nuestro país. Aunque esto está cambiando, las industrias no tienen programas de adiestramiento para recién graduados.

En el paradigma ciencia-ingeniería el dominicano graduado en el extranjero en ocasiones tiene dificultades iniciales para integrarse a la fuerza productiva, aunque tiene una preparación para un desarrollo profesional de larga vida, ya que no le es difícil mantenerse actualizado. Sus profesores dedican una gran parte de su tiempo a la investigación científica y a mantenerse actualizados. Muchos de los estudiantes continúan hacia programas de maestrías y algunos al de doctorado. Muchas industrias del extranjero tienen programas de adiestramientos para recién graduados.

Todo luce indicar que estamos en el momento del surgimiento de tres acontecimientos para dar lugar a un tercer paradigma de la enseñanza de la ingeniería, éstos son: la invasión del software junto a la inteligencia artificial, la ingeniería concurrente y el desarrollo sostenido.

Hay dos razones de peso por las cuales el desarrollo sostenido sería una fuente para crear oportunidades a mediano plazo para nuestros ingenieros, situación que no debemos desaprovechar. La primera razón la da Richard Devon cuando dijo: "El potencial completo de enfocar la ingeniería desde una perspectiva ambiental tomará algún tiempo para desarrollarse y requerirá un reexamen de las funciones tradicionales de extracción, refinación, fabricación, uso, mantenimiento, eliminación, investigación, innovación y diseño"(14).

La segunda razón se basa en que el desarrollo sostenido será la fuente de nuevos inventos de carácter eléctrico, mecánico y químico, ya que como dijo Kamm "Usted aprenderá que la mayoría de los inventos patentables están basados en un problema u oportunidad reciente o en una nueva tecnología o material. La mayoría de los inventos que pudieron ser inventados en el pasado fueron inventados en aquel tiempo"(9).

Estos tres paradigmas pueden convivir para áreas específicas de la ingeniería. El último paradigma requiere el empleo del segundo, el cual está vigente desde la Segunda Guerra Mundial. Los verdaderos problemas de la ingeniería dominicana es que no se ha efectuado el cambio de paradigma de técnica-ingeniería hacia la ciencia-ingeniería. Son contados los ingenieros locales que han tenido la oportunidad de dar el salto.

Como las reglas de juego están por cambiar y esto da una gran oportunidad para insertarse a mediano plazo en algunos nichos específicos del conocimiento, propongo que se efectúe el salto al segundo paradigma lo más pronto posible, poniendo especial atención al tercer paradigma y considerándolo como parte de las actividades comunes que el programa de cooperación industria- universidad debe ejecutar.

El quehacer científico universitario tradicional se ha desarrollado a partir de líneas de investigación, con investigadores que no son improvisados y a los cuales se les da el respeto que merecen de acuerdo a lo que publiquen. Son los propios investigadores los que eligen los temas

de su interés y se apoyan de estudiantes graduados para acelerar su producción.

En el comohacer tecnológico industrial la situación va orientada a las áreas que presentan tanto problemas como oportunidades a las industrias y por lo tanto la investigación es más dirigida. Sin embargo, la situación parece que va a cambiar en las universidades. Ya en los Estados Unidos se está pensando en dirigir las investigaciones universitarias. Hasta la NSF está tratando de hacerlo.

Para alcanzar el nivel en algunas áreas será necesario contratar personal extranjero, que sepa que hacer y/o cómo hacer, bajo términos de referencia adecuados. En otras áreas se podrá crear las condiciones para atraer dominicanos que han alcanzado especialización, en Taiwan esto está ocurriendo actualmente.

Todavía una lógica tercera alternativa es la de enviar personal con mucho potencial a especializarse en el extranjero. La experiencia con esta última alternativa bajo las condiciones recién pasadas ha sido mala, pero con condiciones mejoradas, como las propuestas en esta ponencia, la situación debe ser muy distinta. Por ejemplo, en la universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, nadie se entusiasmaba por la investigación hasta que se crearon las condiciones. Los obstáculos principales eran: tradición de énfasis en enseñanza; facultad apática a la investigación; ausencia de incentivos económicos e intelectuales (en ascensos y permanencia); falta de tiempo, ante la tarea de enseñanza excesiva (tiempo completo), falta de política institucional firme sobre la importancia y prioridad de la investigación; y deficiencia de la infraestructura de apoyo administrativo (15).

III.3. Las Necesidades Industriales

Los problemas y oportunidades del sector industrial deben verse con base a una meta que se quiere alcanzar en términos de la tecnología y de los recursos humanos que se deben desarrollar.

La tecnología se debe adquirir lo más ajustadamente posible a las verdaderas necesidades comprándola, creándola o con una combinación de compra y creación. La efectividad de su empleo depende de en qué grado la misma es transferida para su instalación, operación, conserva-

ción, modificación y mejoramiento. El nivel de desarrollo de los recursos humanos con que se cuenta afecta cada una de las actividades anteriores desde la compra hasta su posible mejoramiento.

Altimir en su ponencia "La encrucijada de la industrialización en América Latina" (16), prescribe tres actitudes diferentes a adoptar para enfrentar la encrucijada, que son: a) no hacer nada, b) dejar desmantelar nuestras industrias y c) insertarse en la economía internacional a largo plazo.

En nuestro país existe el temor de haberse elegido la opción de dejar desmantelar nuestras industrias, como se puede inferir del editorial del Listín Diario, del 19 de abril de 1992, titulado "Lo Nacional vs lo Importado"(17). El listín pide una apertura gradual del mercado nacional y un respaldo financiero y técnico del gobierno a la reestructuración industrial.

Eduardo García Michell, asesor del Proyecto de Enlaces Industriales, recomienda una integración plena a los mercados internacionales, pero indica que esto requiere mejorar la educación, sobre todo, en la parte técnica. Dicho proyecto trata de sustituir insumos importados por las zonas francas y ha determinado que los mayores obstáculos de la industria dominicana son: la baja calidad, las políticas inadecuadas del gobierno, los altos precios y de que no existe una cultura de entrega oportuna(18).

IV. LA PROPUESTA

La propuesta que sometemos a su consideración contiene: un programa de maestría inicial acorde a las necesidades de una industria que requiere de recursos humanos especializados; ejemplos de varios proyectos de investigación; y la recomendación de un organismo que promueva y ejecute los planes requeridos.

IV.1. Programa de Maestría

Se debe iniciar una escuela graduada en las áreas comunes de cooperación suficiente para llenar inicialmente los requisitos de un programa de maestría. El primer programa que recomendamos es uno

de Maestría en Tecnología. Tiene como propósito formar investigadores que puedan acceder a la literatura de patentes de invención y puedan manejar un idioma tecnológico (Inglés, alemán y francés)

El producto principal es producir un informe del estado del arte industrial particular de un área de acción, que sea de singular importancia para varias industrias. Tienen también que poder acceder a la literatura técnica y profesional especializada del área. Los estudiantes tendrán que asistir a la universidad tres días a tiempo completo. Las clases serán impartidas en horas de la mañana, para así aprovechar mejor los salones de clases de las universidades. En las tardes deben asistir a la biblioteca, para desarrollar sus estudios y el proyecto de tesis, asistir a los profesores, participar en seminarios y en general "vivir" en la universidad por lo menos tres días de la semana. No es sólo el contacto con el profesor lo que produce una experiencia significativa del programa, sino el efecto de mutuo aprendizaje con los compañeros de programa, entre los cuales se debe crear una sinergia de conocimientos. La carga académica debe ser lo suficientemente pesada como para mantener ocupados a los candidatos a la maestría y asegurar que pueden responder.

El objetivo del trabajo de tesis puede ser reducir a la práctica una enseñanza tecnológica significativa dentro de un presupuesto aceptable. Este no es el proyecto tradicional que se encuentra en la universidad de hoy, pero es el que consideramos más ajustado a nuestras necesidades en una primera etapa. Para graduarse los estudiantes deben producir un dispositivo que funcione. No más de dos estudiantes deben participar *en un proyecto de grado*.

La propuesta que presentamos para subir el nivel del área de ingeniería debe estar orientada a mediano plazo a las necesidades de la reconversión industrial y requerirán esfuerzos importantes de las otras ramas del saber universitario, que le sirven de apoyo, como son la física, la química, la biología, la matemática, la economía, el mercadeo, la comunicación oral y escrita, la gerencia, etc.

Evidentemente el próximo paso es incrementar el desarrollo de maestrías de ciencias en todas las universidades para satisfacer los

requerimientos del párrafo anterior, para lo cual el Estado debe ser el principal propulsor.

IV.2. Proyectos de Investigación

Las bases para crear un programa efectivo de cooperación dentro de la reestructuración industrial, que ayude a elevar el nivel de vida nacional, requiere de aumentar las exportaciones, aumentar la producción interna y reducir las importaciones. Existen una infinidad de actividades que pueden desarrollarse dentro del campo de cooperación industria-universidad, pero debe iniciarse por aquella que sea la más selectiva, cause impacto y rindan el mayor beneficio mutuo.

Puede realizarse un proyecto de investigación combinado con un estudio de mercado para determinar las necesidades de la industria y construir un catálogo de cuales requisitos se deben cumplir, de forma que las industrias puedan competir favorablemente en el mercado internacional. La idea es la de definir una industria moderna con amplia capacidad tecnológica para contrastar la situación. Los requisitos pueden ser recursos humanos especializados y tecnologías específicas. Un examen del catálogo arrojaría cuáles requisitos se repiten más para ser candidatos al tratamiento común bajo esquemas de cooperación. Un resultado importante del proyecto anterior es la recomendación de nichos de mercado a los cuales la industria dominicana le debe dedicar su atención.

Después de definir los nichos tecnológicos y las áreas acción común que nuestra industria desea abordar, es necesario definir los proyectos de investigación científica, los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico y los proyectos de extensión de los resultados hacia otras industrias.

Los participantes en los proyectos tendrán así la oportunidad de trabajar en los proyectos correspondientes a esos nichos, para que los científicos e ingenieros puedan ponerse al tanto de la literatura científica, y los ingenieros y técnicos puedan entrar en contacto con el estado del arte correspondiente. Ambos deben tener como meta avanzar los conocimientos cuando sea posible, pues es esto lo que permite el dominio de la naturaleza y de la tecnología. Sólo haciendo el esfuerzo

con la intensidad y en la cantidad requerida es que se logran los resultados. Edison dijo en una ocasión que ser inventor era 1% de genio y 99% de perspiración. Si no se trabaja no se obtienen los resultados. Los profesionales elegidos para la investigación tienen que tener las condiciones adecuadas y la motivación para producir.

Como muchas cosas en la vida, el desarrollo de proyectos de investigación sigue el Principio de Pareto en que una parte pequeña de los proyectos arrojan la mayoría de los resultados. Si empleamos el principio de Pareto para elegir los candidatos a investigadores y los proyectos a desarrollar, el resultado puede ser mejor. En la medida en que se aumente la calidad y la intensidad, se aumenta la probabilidad de obtener todavía mayores resultados. Los riesgos de proyectos individuales serían altos, no así los de un conjunto de proyectos.

Ejemplos de proyectos de investigación, que generalmente requieren el aporte de áreas afines a la ingeniería, son los relativos a elementos externos que afectan el desempeño de las industrias, nuevos métodos de contabilidad más realistas, sistemas de información computarizados para industrias, etc. Proyectos como esos, que son muy costosos para el beneficio que ofrecen a una sola empresa o que benefician a otras que no los sufren, pueden ser desarrollados de común acuerdo a través de la cooperación.

Un proyecto de investigación sobre elementos que afectan el rendimiento de las industrias, como las pérdidas en las aduanas del país, la falta de confiabilidad del sistema eléctrico o el costo que ocasionan los defectos del sistema de transporte vial pueden ser generados por información suministrada por las propias industrias, a fin de objetar las políticas gubernamentales en vigencia en un momento dado.

Un proyecto de investigación en contabilidad es como sigue: una contabilidad que refleje la depreciación real de las maquinarias cambiaría radicalmente los estados de resultados de industrias bien mantenidas y aquellas que no lo son. Los avances en ingeniería económica y en computación tienen ya los elementos para convertir lo anterior en una realidad.

Un proyecto de sistemas de información para la administración de industrias empleando técnicas modernas de desarrollo de sistemas. La

brecha tecnológica es tan grande en muchos aspectos, que se pueden generar muchos proyectos beneficiosos sin necesidad de crear nuevos conocimientos, solo accediendo a los conocimientos que están en el dominio público se puede conseguir mejoras en rendimiento de productos y procesos. Por ejemplo, un mejor entendimiento de los aspectos de confiabilidad de plantas industriales. Pero eso requiere recursos humanos que entiendan teoría de probabilidades y sean capaces de emplear la simulación y hasta la construcción de los modelos mismos.

IV.3. El Organismo de Ejecución

Los buenos negocios se basan en saber algo que otros no saben. Son estas cosas las que dan una ventaja relativa. Mientras la competencia se desarrollaba internamente, la colaboración era difícil de ser justificada. Ahora está claro que la competencia es hacia el exterior. En esta nueva situación deben explorarse formas viables de cooperar.

El esfuerzo industrial individual en nuestro país es muy costoso en esta etapa del desarrollo mundial. Como hemos visto, la competencia en los mercados internacionales tiene muchas exigencias. Esto sólo se logra con ciertas ventajas relativas sobre la competencia. La clave más empleada hoy día para obtener esas ventajas es el empleo de la I+D industrial adaptada a nuestra condición particular.

Un nuevo concepto de I+D se ha desarrollado que nos puede ser de utilidad. Primero en el japon y luego en otros países desarrollados, las industrias están trabajando juntas las tecnologías que se escapan fácilmente (leaky technologies), que nosotros denominamos resbalosas, con el propósito de reducir costo y tiempo de I+D.

La brecha tecnológica para los países en desarrollo aumentará más con esta colaboración de los competidores industriales de las superpotencias. Tenemos que emular esa idea para recuperar el terreno perdido, sin embargo, al estar tan distanciados, puede ser más fácil recuperar una buena parte del terreno perdido a mediano plazo si se inician acciones a corto plazo.

El profesor William Ouchi, de la Universidad de California en Los Angeles, en su artículo "La nueva I+D conjunta" , comentando sobre

la fundación de la Corporación Tecnológica de Microelectrónica y Computación en 1982, nos dice:

"El panorama prevaleciente en ese momento era que los competidores no compartirían la información de su propiedad y que sus hábitos competitivos se sobrepondrían a cualquier deseo colaborativo que podían tener, y que la invención, ahora como en el pasado, es fundamentalmente mejor cuando es llevada a cabo por cada compañía por sí misma. Hoy ese escepticismo debe confrontar los cambios que han ocurrido en el mundo de la I+D industrial y académica"(19).

Esas industrias compiten en unas áreas de acción y cooperan en otras. Este es precisamente uno de los conceptos principales de esta ponencia.

Aunque muchas de las industrias dominicanas surgieron al amparo de la protección arancelaria que está desapareciendo, no han estado exentas de condiciones difíciles, a consecuencia de los servicios públicos y la gestión aduanera. Por esto, puede establecerse que muchas son suficientemente maduras como para convertirse en independientes, si lo desearan.

Como no existe todavía la modernización del Estado Dominicano, supuesta por Latorre, que crearía las condiciones adecuadas para que la interdependencia industria-universidad pueda ser lograda, debemos optar por mecanismos de promoción y dirección. Un mecanismo que explote la sinergia industria - industria, industria - universidad y universidad - universidad puede ser agilizada con la creación de un organismo del sector privado que los agrupe y que pudiera denominarse la Corporación de Desarrollo Tecnológico Común (CDTC). La Asociación de Rectores de Universidades (ADRU) puede presentar a la Asociación de Industrias de la República Dominicana (AIRD) una propuesta en este sentido, tomando como punto de partida estas consideraciones iniciales.

Por si solas, la ADRU debe poner un mayor énfasis en obtener el dominio de la naturaleza y la AIRD sobre el aumento de la producción y de la productividad. De la misma forma, el objetivo principal de la CDTC debe ser obtener el dominio de la tecnología. Las funciones de la CDTC que anticipo son:

- Representar el sector privado ante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y otras áreas de competencia.
- Definir el radio de acción de cooperación y el de competencia, consistente con los mejores nichos de mercado.
- Desarrollar el marco jurídico, ético y de seguridad del organismo. Adoptar un esquema de propiedad industrial del conocimiento.
- Auspiciar la constitución de un Banco de Desarrollo Tecnológico, para financiar proyectos de investigación y extensión
- Auspiciar el desarrollo de la escuela graduada, garantizando el principio de la remuneración, a fin de atraer candidatos idóneos
- Ser sujeto de crédito para cooperación y ayuda financiera desde el exterior

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1. Conclusiones y generalizaciones

Varios conceptos han sido presentados entre los que se citan los impedimentos al desarrollo, la competencia parcial, la cooperación, la independencia, la interdependencia, el empleo de la I+D, los paradigmas técnica-ingeniería, ciencia-ingeniería y un tercero, que pudiera denominarse multidisciplina-ingeniería, que luce estar emergiendo. Esta última inferencia se basa en que los nuevos ingenieros deben entrar en mayor contacto con la sociedad.

La violación del principio de la remuneración ha alejado de las universidades recursos humanos valiosos, por lo que sólo los más sentimentales siguen dedicando su tiempo a la academia. Esa situación debe ser corregida si nuestra industria espera cosechar los recursos que requiere para la renovación industrial.

Como el dominio de la tecnología está muy ligado a la creación de riqueza y al desarrollo social de un país y como la brecha tecnológica sigue creciendo a un ritmo despiadado, no queda más remedio que iniciar un ataque para tratar de recuperar el terreno perdido.

Al dominio de la tecnología se llega empujando el estado del arte tecnológico, lo cual requiere el empleo de los mejores recursos humanos

en intensidad y cantidad, usando sabiamente el principio de la remuneración. El ataque puede iniciarse explotando la mina de las patentes de invención, fuente de gran riqueza informativa sobre la tecnología que no ha sido usada con intensidad por nuestros ingenieros.

Otra conclusión que se deriva es la relativa a que este panorama dominicano pudiera ser similar al que padecen otros países de la región panamericana. Evidentemente esquemas de cooperación panamericanos pueden ser desarrollados para áreas de interés común a dos o más países. Particularmente, ciertos acuerdos de integración pueden estar basados en el intercambio de expertos y en la transferencia de enseñanzas tecnológicas.

Son muchos los cambios que estas simples palabras traen consigo para con la industria y la universidad, las que esperamos permitan sintonizar mejor la educación universitaria de acuerdo a las futuras necesidades industriales. Nada de esto puede ser posible si no existe una voluntad política de el Estado, de la industria y de la universidad, para desarrollar el país en una generación.

V.2. Recomendaciones

La recomendación principal es que se debe iniciar un programa de cooperación interdependiente entre las industrias y las universidades dominicanas que aproveche el potencial humano que dispone el país. Para ese fin recomendamos crear un organismo del sector privado para promover y dirigir los asuntos relacionadas para alcanzar el dominio de la tecnología de ciertos nichos de mercado. Ese organismo tendría como funciones:

- Representar el sector privado ante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y otras áreas de competencia.
- Definir el radio de acción de cooperación y el de competencia, consistente con los mejores nichos de mercado.
- Desarrollar el marco jurídico, ético y de seguridad del organismo. Adoptar un esquema de propiedad industrial del conocimiento.
- Auspiciar la constitución de un Banco de Desarrollo Tecnológico, para financiar proyectos de investigación y extensión

- Auspiciar el desarrollo de la escuela graduada, garantizando el principio de la remuneración, a fin de atraer candidatos idóneos
- Ser sujeto de crédito para cooperación y ayuda financiera desde el exterior

VI. REFERENCIAS

1. Van der Horst Silverio, José Antonio. "La Necesidad de un Sistema Eficaz de Innovación Tecnológica", Discurso de Orden en la Tercera Jornada Científica "Física y Tecnología", Academia de Ciencias de la República Dominicana, 12 de abril, 1985.
2. Latorre, Latorre. "El desarrollo del País en una Generación", Encuentro para la Cooperación y el Desarrollo: Posibilidades y Perspectivas de la Cooperación Internacional, Santo Domingo, CEDOIS, 1988, pp 59-65.
3. "Research and Development in Industry", The New Enciclopedia Britannica, Macropaedia, 1985.
4. Hobson, J. E. et al., "Symposium: How Can the Utilities Best Make Use of Modern Science?", IEEE Power Apparatus and Systems, August 1955, pp 545.
5. IEEE Spectrum R&D Special Issue, October 1990.
6. Christiansen, Donald. "Spectral Lines, R&D Notes". IEEE Spectrum R&D Special Issue, October 1990, pp 25.
7. Covey, Stephen R. . "The Seven Habits of Highly Effective People: Restoring the character ethics", Fireside, 1990.
8. Centro de Asistencia Técnica del Instituto Tecnológico de Santo Domingo, "Organismos de Enlace Universidad Sectores Productivos, circa 1973.
9. Kamm, Lawrence J. .Real World Engineering: A guide to achieving career succes, IEEE Press, 1991.
10. "Scientific Approaches to Production and Control", The New Enciclopedia Britannica, Macropaedia, 1985, pp. 210.
11. Oficina de Ciencias de la Unesco para América Latina. La formación de ingenieros y la industria en América Latina, seminario sobre cooperación entre instituciones de enseñanza y la industria en la formación de ingenieros, Córdoba, Argentina, 6-12 de mayo, 1973.
12. Chen, Katherine T.. "Harnessing university research for competitiveness, industry support", IEEE Spectrum, October 1990, pp. 75.

13. Hayes, William C.. "Engineers are too valuable to waste", Electrical World, julio 1983.
14. Devon, Richard F.. "Sustainable Technology and the Social System", IEEE Technology and Society Magazine, Winter 1991- 1992.
15. Seminario ofrecido por la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, a la Asociación de sus egresados en República Dominicana, Hotel Sheraton, 1992.
16. Altimir, Oscar . "La Encrucijada de la Industrialización en América Latina", Políticas de Industrialización en América Latina, compilado por Rafael Urriola, ILDIS-CEPLAES, 1988.
17. Listín Diario, "Lo Nacional vs lo Importado", 13 de abril, 1992, pp 6.
18. García Michell, Eduardo, comentarios a la charla de José Miguel Cerón Peña, Universidad Católica de Santo Domingo, 21 de abril de 1992.
19. Ouchi, William G. , "The New Joint R&D", Proceedings of the IEEE, September 1989, pp 1318.