

Proyectos de vinculación: una metodología

Miguel A. Palomo González*

Resumen

El artículo propone la integración de la Planeación Tecnológica en los Proyectos de Vinculación entre Empresa y Universidad. En el texto, la Universidad esta representada por un Centro de Investigación y Desarrollo (CIyD), el cual se considera debe tener una actitud proactiva a lo largo del proceso de Vinculación. Para la integración se presentan cuatro etapas principales: la identificación de las tecnologías emergentes o críticas, la presentación de un portafolio de proyectos, la elaboración de un plan tecnológico, y la elaboración del programa de proyectos de investigación.

Abstract

This paper suggest the integration of the Technology Planning into the Industry-University Programs. The University is represented by a R&D Institute (CIyD), wich has a proactive behavior during the cooperation process. For the integration process four main steps are developped: emergent and critical technologies identification, a project listing formulation, a Tecnhnology plan formulation, and a research program elaboration.

Palabras Clave (Keywords): Ciencia, Tecnología, Planeación, Proyectos, Vinculación, Administración.

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de proyectos de investigación podemos distinguir entre Proyectos Científicos y Proyectos Tecnológicos. El Proyecto Científico esta orientado por la necesidad humana de conocimiento y entendimiento del mundo que nos rodea, lo cual nos lleva a desarrollar una área y especialidad del conocimiento, su metodología es rigurosa,



tiene la bondad de utilizar el Método Científico, una abundancia de datos y condiciones relativamente sin cambios en el tiempo, lo cual permite conclusiones “predictivas”. El Proyecto Científico generalmente se asocia con la Investigación Básica y que es realizada por las Universidades y el Gobierno.

El Proyecto Tecnológico está orientado a resolver problemas prácticos dictados por una realidad económica, social y un contexto tecnológico; su análisis rebasa los límites de una especialidad, lo cual obliga a manejar un conjunto interdisciplinario de áreas especializadas del conocimiento; su metodología se apoya en el Estudio de Casos, porque las condiciones del problema cambian en el tiempo, es decir son dinámicas. En última instancia lo que se busca es generar un conocimiento o marco de referencia sobre la situación particular, es querer ser “explicativos” mas que generalizar, probablemente porque entramos al Area de la Administración de Tecnología, la cual aún se considera un arte y no una Ciencia. El Proyecto

*

El Dr. Miguel A. Palomo González es Profesor de la Jefatura de Ingeniería Industrial, en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

E-mail: mpalomo@ccr.dsi.uanl.mx

Tecnológico se asocia con la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico y que son principalmente realizados por las Empresas. Por otra parte, para la Innovación Tecnológica se considera necesario una gran dosis de creatividad e imaginación.

Por otro lado, nos encontramos con la realidad de las empresas en su contexto de "competitividad global", el cual ha cambiado en el tiempo, y los problemas que esto representa para la empresa. Además, existe la voluntad de realizar una Vinculación Empresa-Universidad que contribuya al desarrollo Tecnológico de las Empresas. Sin embargo, el Proyecto Científico, en si, no parece ser el medio adecuado para lograr una contribución efectiva a la competitividad de las empresas. Tampoco lo será el Proyecto Tecnológico si no se modifica la actitud del Investigador hacia los proyectos y en los métodos de desarrollo de proyectos que utiliza el Centro de Investigación Básica, centrados bajo el objetivo de la búsqueda del conocimiento y el reconocimiento científico.

Para lograr una contribución efectiva a la competitividad de la empresa, lo que le falta al Proyecto Tecnológico de Vinculación, desde nuestro punto de vista, es una integración de la Planeación Tecnológica que incluya: el estudio del estado del arte tecnológico en el tiempo, identifique los elementos tecnológicos, su dinámica, interacciones e interdependencias. Una vez integrado el Proceso de Planeación Tecnológica podremos tomar decisiones tecnológicas en conjunto con la Empresa, a nivel de Proyectos Tecnológicos, definir objetivos, asignar presupuestos para el desarrollo de nuevos procesos y/o nuevos productos, adquirir nuevas tecnologías, formalizar proyectos de

cooperación tecnológica y adecuar la nueva infraestructura de laboratorios.

LOS CAMBIOS EN EL CONTEXTO

A partir de 1994, la industria mexicana se encuentra en un contexto diferente a años anteriores. Por un lado, México firma el Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y Canadá lo que significó, además de establecer un flujo libre de productos y servicios, el hecho de considerar a la industria mexicana con igualdad de recursos (financieros, humanos, de producción y tecnológicos) para exportar, como sus contra partes de Estados Unidos y Canadá. Por otro lado, se aceptó los conceptos de "globalización y competitividad internacional" de la industria mexicana, dando por hecho el poder salir a competir internacionalmente no solo con productos y servicios, sino también con licencias de tecnología e inversiones directas (filiales de producción en el extranjero), sin temor a perder el mercado nacional y con grandes oportunidades de conquistar otros mercados extranjeros.

Dejamos de ser un mercado protegido que presentaba ventajas o desventajas aparentes según se vea: relativamente pocos competidores nacionales, cumpliendo estándares nacionales de calidad, costos competitivos a nivel nacional, una administración de productos hasta la etapa de madurez en el mercado y buscando siempre una rentabilidad máxima de los activos de la empresa. A nivel de Investigación y Desarrollo el contexto podría resumirse como: una investigación básica realizada principalmente por universidades y gobierno, un mercado que no exigía un desarrollo tecnológico prioritario, con poco interés por relaciones Empresa-Universidad, y un desarrollo tecnológico por excepción.

A nivel de competitividad internacional se dió por entendido, aunque solo sea a partir de una pequeña

muestra de empresas, que en general en la estructura organizacional de las empresas la función de Investigación y Desarrollo Tecnológico (I y D) es igual de importante que la función financiera, o la de mercadotecnia. Además consideramos que teníamos una cultura hacia la I y D similar a los países de las Empresas Internacionales, es decir: que históricamente sus países cumplen con las características de ser economías desarrolladas (con ciertas excepciones), con una tradición de apoyo financiero a la I y D y la promoción de la vinculación Empresa-Universidad, simplemente porque así debe ser.

A nivel de la Empresa, se consideró que las empresas tienen la misma o más capacidad tecnológica que sus contrapartes internacionales, lo cual no necesariamente es cierto. La inversión en I y D medida como un porcentaje de las ventas totales o en cantidad de dinero, es un indicador de la potencial capacidad tecnológica y su potencial relación con las Universidades. La inversión en I y D, suele ser entre un 3 y 5% de las ventas anuales aunque este porcentaje puede ser mayor dependiendo de las características tecnológicas de la industria, llegando a ser de 15 % o más. Si analizamos la cantidad asignada en dinero, posiblemente refleje más claramente el nivel de inversión tecnológica que estamos hablando, así podemos decir que en las 100 empresas americanas más importantes en inversión de I y D, la capacidad de inversión tecnológica se encuentra en cantidades que van desde los \$100 millones hasta los \$7,000 millones de dólares anuales, o más. Si analizamos a las empresas canadienses, las 100 empresas más importantes en inversión de I y D se sitúan con cantidades que van desde los \$9.0 millones hasta los \$3,000 millones de dólares anuales, o más. Entonces, si queremos

hablar de competitividad tecnológica, debemos analizar el porcentaje de las ventas anuales y la cantidad en dólares anuales dedicado a la I y D en el último año, y probablemente encontremos que pocas o ninguna de nuestras empresas privadas se encuentran dentro de los rangos de los 100 competidores internacionales citados, pero que son competitivas a "otros" niveles (suponemos que algo similar sucedió en los últimos 5 años).

El hecho es que, en general, la globalización y la competitividad internacional presentan problemas para las empresas¹: una demanda sin crecimiento o en disminución; aumento de costos ante mejoras de calidad por certificaciones internacionales; tiempos de proceso más rápidos; procesos más eficientes; ciclos de vida cortos de los productos en el mercado; administración de la I y D global; y la integración del desarrollo tecnológico a la estrategia de la empresa. La empresa ha tratado de encontrar una solución a estos problemas por medio de la reestructuración de sus negocios y una reducción de niveles y adelgazamiento de la organización; a nivel de I y D, en algunos casos la medida ha sido una Descentralización y en otros casos la Centralización de la I y D, y creando alianzas para el desarrollo de tecnología.

COMPETITIVIDAD E INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En el caso de las Universidades ¿Cuál es su relación, a nivel de I y D, con la Industria?, ¿Cómo contribuye la Universidad a la competitividad de la empresa?. En los dos casos creo que la respuesta es "poca o nula". Primero debemos entender que el tipo de investigación que se realiza en la Universidad es diferente a la de la Industria. En general la IyD se subdivide en: básica, aplicada y en desarrollo tecnológico. La Investigación Básica es la búsqueda del conocimiento o entendimiento de un fenómeno natural, sin tener una aplicación en mente; la

Investigación Aplicada es la búsqueda del conocimiento con el fin de lograr un objetivo comercial, en forma de productos, procesos o servicios; por su parte el Desarrollo Tecnológico es el uso sistemático de dichos conocimientos o entendimiento con el fin de producir materiales útiles, componentes, sistemas, o métodos, incluyendo el desarrollo de prototipos, procesos, productos y servicios. Las Universidades y el Gobierno son consideradas las principales fuentes de la Investigación Básica, y la Industria es considerada la principal fuente de Investigación Aplicada y del Desarrollo Tecnológico. Visto así, a nivel institucional las Universidades tienden a contribuir poco a la competitividad de la empresa (aunque su beneficio social es enorme). A nivel individual la contribución hacia la industria también es poca, ya que el principal interés del investigador universitario se orienta hacia “producir publicaciones”.

Si las Universidades quieren contribuir a la competitividad de las Empresas en el contexto global, el medio son los Proyectos Tecnológicos de Vinculación Empresa-Universidad. Pero si por un lado la Empresa esta dispuesta a colaborar en la Vinculación, por otro lado es necesario mejorar las condiciones universitarias, por ejemplo:

- a) Un cambio de actitud institucional e individual,
- b) La integración de la Planeación Tecnológica en el Proyecto, con el fin de dar respuesta a los problemas de la integración de la tecnología al crecimiento de la empresa, de proporcionar un balance entre los objetivos tecnológicos de corto plazo con los de largo plazo, y de medir el impacto a corto plazo en el proceso y en el producto.

EL CAMBIO DE ACTITUD EN LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

La Universidad no tendrá una contribución efectiva a la competitividad de la empresa si antes no realiza cambios estructurales en los Centros de Investigación. Lo anterior implica la creación de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CI y D) (al lado de los Centros de Investigación Básica) y preparar un cambio de actitud en el personal investigador para trabajar en proyectos con objetivos claros y resultados medibles en el tiempo. No significa un desplazamiento de la investigación básica, sino más bien de dos fuentes de generación de conocimiento, con objetivos y proyectos diferenciados, pero con una interacción científica y tecnológica en el tiempo. Las Universidades seguirán presentando proyectos de Investigación en las tres áreas (básica, aplicada y, desarrollo tecnológico) pero con igual proporción, dejando atrás el paradigma que privilegia la Investigación Básica.

Inicialmente, al querer realizar los Proyectos Tecnológicos de Vinculación, entre Empresa y Universidad, podemos imaginar dos actitudes:

- a) En un extremo la Empresa tiene un problema y lo presenta al Centro de Investigación (CI) para su solución.
- b) En el otro lado el Centro de Investigación se acerca con un Portafolio de Proyectos Tecnológicos, resultante de una Planeación Tecnológica, que posiblemente sean de interés para la Empresa y su contexto.

En el primer caso la Empresa presenta una actitud activa en la Vinculación (mientras que la del CI es pasiva), es decir esperamos a que la Empresa identifique y defina el problema a resolver y lo presente el CI idóneo para su solución probable.



En la situación pasiva del CI, esto seguramente desanima a la Empresa ya que es posible que después de varias presentaciones a diferentes CI, los interlocutores del CI le comuniquen que “otro” CI podría resolverlo y/o que se requiere invertir en equipo y en tiempo para encontrar una posible solución factible. En este caso, la Empresa puede reconsiderar mantener la secrecía de “su” problema, optar por no mas intentos de encontrar un servicio externo y mejor desarrollar sus capacidades internas en infraestructura y personal, de todas formas es “su” problema en “su” industria. Estas condiciones de “intentos fallidos”, “tiempo invertido”, “inversión alta” y “secrecía” pueden reforzar el síndrome de “no interesa si no es inventado en la empresa”. Lo cual, a su vez, alimenta el rechazo hacia los futuros Proyectos Tecnológicos de Vinculación que se le presenten.

Consideramos que en el pasado ha prevalecido una actitud pasiva, y que ahora el CIyD debe tener una actitud pro-activa ante la Empresa. El CIyD debe realizar una Planeación Tecnológica que analice y presente los potenciales problemas que amenazan a la Industria, a su vez la Empresa tomará en cuenta

los objetivos del Negocio, y en conjunto identificar y seleccionar los Proyectos Tecnológicos de Corto, Mediano y Largo Plazo. Visto así, una actitud pro-activa del Ci y D en la Vinculación es un proceso dinámico que implica desde identificar las tecnologías importantes de la industria hasta la elaboración del programa de investigación.

EL INTERÉS POR LA PLANEACIÓN TECNOLÓGICA

Las Universidades enfrentan un nuevo paradigma al querer contribuir a la competitividad de las empresas, por medio de los Proyectos Tecnológicos de Vinculación. Dichos Proyectos Tecnológicos deben presentar una gran dosis de Planeación Tecnológica que integre los siguientes conceptos: los retos que enfrenta la empresa y un desarrollo tecnológico de producto y proceso, bajo condiciones de tiempo y costo diferentes a años anteriores.

El punto de interés de la Planeación Tecnológica es: la visión de los Desarrollos Tecnológicos de la industria en el tiempo, y la contribución que tenga el Proyecto de Vinculación a los objetivos de crecimiento de la empresa. En la Universidad existe en recursos especializados, centrados en una área específica, sin embargo falta la visión generalista sobre la industria, la cual existe en la empresa.

En este caso nos interesa presentar una serie de pasos o etapas a seguir para la integración de la Planeación Tecnológica en la elaboración de los Proyectos Tecnológicos de Vinculación entre Empresa-Universidad. Dicha metodología o pasos se ha revelado útil en la realización de Proyectos relacionados con el proceso o el producto, así como en Proyectos ligados al mercado.

Como retos específicos de la empresa podemos mencionar los siguientes: incrementos de calidad en productos, mejoras de productividad en procesos,

reducción de tiempo de proceso, una reducción continua de costos, y acelerar la innovación tecnológica. Retos que antes del TLC eran menos importantes y en consecuencia exigían una relación mínima entre Empresa y Universidad, favoreciendo que la universidad se orientara a la investigación básica. Ahora debemos hablar de Proyectos Tecnológicos de Vinculación Empresa-Universidad, con tiempos de realización de corto y mediano plazo; con una investigación aplicada en búsqueda del conocimiento con un fin en el producto o proceso, y no solo por curiosidad; un desarrollo de productos y procesos con una ventaja competitiva en costo, calidad, o variables de desempeño.

Con el fin de elaborar la Planeación Tecnológica, el primer paso es situar el Proyecto Tecnológico de Vinculación dentro del contexto económico y social que enmarca el rumbo del Desarrollo Tecnológico de los productos y servicios. En un sentido estricto una Planeación Tecnológica es una presentación del estado del arte tecnológico, es definir objetivos, estrategias y elaborar programas de Tecnología.

En general, el estudio del Estado del Arte Tecnológico tiene un interés múltiple para el Responsable de definir el Proyecto Tecnológico de Vinculación y para la Empresa: consiste en una representación de los campos del conocimiento de una tecnología específica; requiere analizar dichos campos para posicionar la tecnología en el momento actual y en el futuro próximo; permite identificar las oportunidades y amenazas para la empresa; así como la integración de las áreas de la ciencia y la ingeniería en el proyecto; visualizar las opciones tecnológicas; la evaluación de los procesos de

desarrollo, de implementación y de transferencia de tecnología.

Para la integración de la Planeación al Proyecto Tecnológico de Vinculación proponemos las siguientes etapas generales:

1. Análisis de la Industria y su Tecnología, dentro del contexto socio-económico,
2. Elaborar un Portafolio de Proyectos prioritarios en base a las tecnologías críticas o emergentes en el tiempo,
3. Elaborar un Plan Tecnológico, en base a los objetivos de la empresa,
4. Elaborar el programa de Proyectos de Investigación.

Como Objetivos de la Planeación Tecnológica: determinar las oportunidades y amenazas en el mercado (implica desarrollos tecnológicos) determinar las barreras tecnológicas claves para la empresa, definir prioridades tecnológicas y sus variables de desempeño para la competitividad de la empresa

Como resultado inmediato del análisis se logra reducir el costo de la IyD, al identificar las tecnologías que ya están próximas a comercializarse (lo cual evita invertir) y, por otro lado, nos permite reducir tiempo en IyD de alto riesgo puesto que la empresa acelera la integración, en el producto o proceso, de tecnologías ya probadas. Como resultante final, nos permitirá integrar el Portafolio de Proyectos Tecnológicos a la Estrategia de la Empresa y justificar la contribución/impacto de las variables de desempeño del producto o proceso al crecimiento de la Empresa, así como identificar aquellas Areas en Ciencia e Ingeniería en las que hay que realizar Proyectos de Investigación Básica, porque no hay conocimiento suficiente o entendimiento del problema particular.

Para ilustrar los primeros dos pasos nos hemos apoyado, sin tener en mente una tecnología particular,

en los estudios internacionales sobre Ciencia y Tecnología que se han realizado, esperando que sean de utilidad para mostrar el cómo de la integración de la Planeación Tecnológica. Para el análisis de una tecnología particular, las tendencias y temas tecnológicos serán más específicos y requiere implementar, en la Empresa o en el CIyD, un Sistema de Información Tecnológica para el Monitoreo, Análisis de Tendencias y Administración del flujo de información.

ANALISIS DE LA INDUSTRIA

El objetivo del análisis global del Estado del Arte de la Industria es para identificar las Tecnologías Genéricas, aquellas Tecnologías que van a provocar cambios importantes en el Mediano y Largo Plazo, y estimar probabilidades de realización, para posteriormente presentar el Portafolio de Proyectos Tecnológicos y asignar prioridades de Investigación y Desarrollo en conjunto con la Empresa. El Estado del Arte Tecnológico implica una descripción del sistema y de su funcionamiento, identificar las limitaciones presentes en funcionalidad (como límites en desempeño), características actuales, costos actuales, y aplicaciones presentes de la tecnología.

Debemos analizar la Industria y la Tecnología en términos de tiempo, también debemos distinguir entre lo que es Moda, Tendencia y Megatendencia (2). La Moda es impredecible, de corto plazo y no impacta significativamente la economía o la industria, el personal de Comercialización está más interesado en la Moda. Por su parte la Tendencia es más a mediano plazo (5 años), le interesa más al personal de Planeación; y la Megatendencia es a

largo plazo (10 años o más), y le interesa al Responsable del Negocio y a la Dirección de Tecnología del Negocio.

Si orientamos inicialmente nuestro interés en el largo Plazo, sin dejar de reconocer que en la empresa los problemas de flujo de efectivo pueden ser graves, podemos encontrar que existen temas a nivel Económico y Social que se espera impacten en la última década de los 90's, principios del año 2000, y que pueden estar relacionados con el desarrollo de la industria. A nivel macro, J. Nabbitt y P. Aburdene nos presentan las Megatendencias para el año 2000, por ejemplo.³

- Florecimiento de la Economía Global.
- Emergencia de un Socialismo de libre mercado.
- Estilos de vida globales y nacionalismo cultural.
- Resurgimiento de la Cuenca del Pacífico.
- Década de las mujeres en el liderazgo.
- La era de la biología.
- El triunfo del individuo.

Algunos de estos temas parecen evidentes gracias a los medios de comunicación, sin embargo falta relacionarlos o explosionarlos con la Ciencia y la Tecnología para después traducirlos al lenguaje industrial, solo entonces es posible que encontremos Areas de interés Científico y Tecnológico cuyos desarrollos en el mediano y corto plazo tendrán impacto en la Empresa.

Tomemos los siguientes ejemplos de Tecnologías/Areas que la Agencia Inglesa de Ciencia y Tecnología ha identificado como importantes, o que la Empresa Inglesa debe dominar en la primera década del año 2000 para mantener su Competitividad.⁴

- Tecnología Óptica
- Ingeniería Genética y Molecular

- Bioinformática
- Comunicación entre máquinas
- Telepresencia/Multimedia
- Sensores y procesamiento de información sensorial
- Software de Ingeniería
- Tecnología seguridad/privacidad, en comunicaciones
- Administración de la Ingeniería de Procesos en los Negocios
- Tecnología Ambiental sustentable
- Tecnología de procesamiento de nuevos materiales

A este nivel vamos a centrarnos en las Ciencias de Ingeniería y Tecnología (suponemos que las Ciencias Biológicas o Médicas no se interrelacionan), para limitar y definir nuestro primer borrador del Portafolio de Proyectos Tecnológicos, dependiendo de la industria y del mercado de interés. Posteriormente, si la Empresa lo desea, una Tecnología podrá transferirse a otras aplicaciones o mercados con adecuaciones relativamente importantes. Por el lado de la Industria/Mercado, consideremos como ejemplo que nos interesa lograr una Vinculación con la Industria Manufacturera, y dentro de este rubro con las Empresas de “Comunicación”, de “Procesamiento de Materiales”, y “Fabricantes de Maquinaria y Equipo para la Automatización de Procesos”. En estos casos, la Agencia Inglesa ya tiene identificadas algunas de las áreas específicas que tendrán impacto en las Empresas en el corto y Mediano Plazo, es decir inicio del siglo XXI:

- **En Comunicaciones y Computación.** Tecnología Óptica: tecnología de display óptica (ej: 3D Display)
- **En Materiales:** nuevos materiales electrónicos, ópticos, ligeros, para altas temperaturas y de alta conductividad, reutilizables, durables, materiales “limpios” (excuye los biomateriales).
- **En Tecnología de Procesamiento de Materiales:** combinaciones y ensambles, reducción de costos de procesamiento, que controlen el comportamiento de los materiales avanzados durante su procesamiento (incluye: soldadura o uniones).
- **En Precisión y Control. Administración de la Ingeniería de Procesos en los Negocios:** incluye re-ingeniería de procesos, ciencias de la administración, JIT, simplificación del proceso (lean), procesos de control de entradas y salidas.

Estos conceptos Científicos y Tecnológicos son considerados importantes para la Competitividad de la Empresa Inglesa, para la primer década del año 2000 y para mantener un liderazgo en los mercados. Es decir, deben ser mas eficientes, tener bajos costos, tener mejoras en calidad, menos consumo de energía y procesos “limpios”. Si la Empresa no desarrolla estas Tecnologías, o sus Proyectos Tecnológicos no se orientan en este sentido, es de esperarse una pérdida de Posicionamiento en el Mercado y que entren a un ciclo de Proyectos de Contingencia. En nuestro caso, también es posible que identifiquemos que la estrategia del negocio sea del tipo “seguir al líder” y se tenga una ausencia de liderazgo tecnológico, lo cual significa que los proyectos serán mas orientados hacia Proyectos Operativos y se siga un plan de “continuo repechage” , es decir “correr detrás del tren tecnológico para tratar de subirse”.



Para dar un ejemplo específico del impacto que tendrá una tecnología emergente o crítica en la Competitividad de la Empresa del año 2000, podemos tomar como ejemplo el tema de “Administración de la Ingeniería de procesos en los Negocios” y, dentro del tema, como área de interés la “**Manufactura Flexible Integrada por Computadora**” y su impacto en el Negocio y su cadena de valor.⁵

A nivel de Conceptos: la Empresa debe prepararse para asimilar el cambio de “Manufactura flexible” al de “Manufactura flexible integrada por computadora”, esto significa el uso e integración de computadoras, robots y máquinas inteligentes a lo largo del proceso desde materiales hasta distribución y logística.

A nivel de Disciplinas: se deberá profundizar en Teoría de Control, Investigación de Operaciones, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial, y Ciencias Administrativas con énfasis en Administración de Tecnología.

A nivel de Proceso: se requerirá Bases de Datos Estructuradas, Ingeniería Concurrente, Procesos Robustos de Automatización con robots más “listos” y sensores de bajo costo.

A nivel de eficiencias: reducir más los tiempos de proceso, reducción del costo en el proceso, mejoras de calidad, incremento en variedad de líneas de producto, con sistemas de producción por lotes, y administración de inventarios mínimos de materias primas.

A nivel de Mercados y Procesos Industriales: se verán impactados los procesos químicos, farmacéuticos, acero, papel, textiles, construcción, entre otros; principalmente en mercados/productos automotriz Hi-Tec, electrodomésticos, máquinas herramientas, equipo de cómputo y de oficina, construcción y aeroespacial; y se espera que en el mercado mundial las ventas anuales sean del orden de \$ 20-40 Mil Millones de dólares.

EL PORTAFOLIO DE PROYECTOS

En base al punto anterior, el CIyD puede presentar el Portafolio de Proyectos en Ciencia y Tecnología por áreas y tópicos, en cada etapa del Proceso o del Producto, es decir: materiales, proceso, energía, distribución y servicios. En este punto, no se trata de “inventar el hilo negro”, sino de distinguir lo que está en desarrollo a nivel laboratorio, de lo que está probado en la práctica a nivel de prototipo, y de lo que ya está próximo a comercializarse o producción en masa.

La Agencia de Ciencia y Tecnología Japonesa nos da algunos ejemplos ilustrativos de tecnologías emergentes o críticas y sus tiempos esperados de realización entre el año 2000 y el 2020.⁶

Materiales:

- Capacidad de memoria de 1 terabit/chip, en desarrollo para el año 2013.

- Celdas solares multicapas con una eficiencia en la conversión de más de 50%, a nivel prototipo para el año 2016.
- Los plásticos biodegradables representarán el 10% de todos los plásticos para el año 2009.

Electrónica:

- Procesador LSI con 10 GIPS de eficiencia y consumo energético de 10 miliwatts o menos, en desarrollo para el año 2014.
- Tecnología que permita el procesamiento en masa de modelos, con un mínimo de ancho de línea de 10 nanómetros, a nivel prototipo para el año 2013.
- Terminal multimedia portátil e inalámbrica operando a nivel de 100 Mbits/seg., para el año 2011.

Información:

- Avances en software de tecnología de inspección y verificación que permita un rápido desarrollo del software de gran escala libre de errores, para el año 2012.
- Uso de robots que provean soporte en el cuidado médico en el hogar, hospitales, etc., a nivel prototipo en el año 2100.
- Uso de sistemas de redes que sean altamente confiables y capaces de proteger la secrecía y privacidad del individuo o grupos, del acceso malintencionado, para el año 2007.

Producción y Maquinaria:

- Tecnologías que permitan el almacenamiento directo de la electricidad (magnetos, superconductores, capacitores, etc.) a nivel prototipo para el año 2016.
- Tecnología para la producción en masa del hidrógeno por descomposición de substancias orgánicas a través de la aplicación de la energía solar y sistemas biológicos, en nivel prototipo para el año 2021.
- Tecnologías de control de estructuras atómicas y moleculares, que permitan el amplio uso de super materiales y materiales de alta funcionalidad, diseñados para operar bajo condiciones extremas, para el año 2019.

No hay que olvidar que los tiempos de realización son importantes para la empresa y que, si todo permanece constante, se deben tomar en cuenta. Lo anterior nos permitirá analizar las tecnologías en base a los tiempos de realización, resultados esperados de eficiencia e interrelaciones con otras tecnologías, como resultado tendremos un listado de los potenciales Proyectos Tecnológicos de Vinculación clasificados como: de Desarrollo, de Adaptación, y de Actualización del Proceso o del Producto. El listado de Proyectos se presenta a la Empresa para ser evaluado en base a la Estrategia y Objetivos de Negocio.

La Empresa asignará prioridades a su Portafolio de Proyectos Tecnológicos (si existen) y finalmente puede definir los proyectos en: Proyectos Tecnológicos Operativos (Mantenimiento a Producto y Proceso), Proyectos Tecnológicos de Mejoras (Eficiencia en Producto y Proceso), y Proyectos de Innovación Tecnológica (Competitivos y de Liderazgo).

EL PLAN TECNOLÓGICO

La siguiente etapa es la elaboración del Plan Tecnológico en conjunto, en donde se identifican y definen los objetivos específicos en cada tecnología: en

el desempeño, en variables funcionales, de seguridad, de calidad, de bajo costo, junto con fechas de realización y presupuestos.

Los ejemplos anteriores nos muestran la importancia de los siguiente puntos dentro del Plan Tecnológico:

- a) El nivel de desarrollo de la tecnología en áreas específicas, su tendencia, etapas del conocimiento, tiempos de realización e interrelaciones,
- b) Lo importante que es definir el objetivo y los tiempos de realización del Proyecto Tecnológico (además del presupuesto) y,
- c) Que el nivel de un Proyecto Tecnológico no necesariamente debe iniciarse desde la Investigación Básica. Pueden ser a nivel de: Desarrollo e Innovación, de Adaptación y Asimilación, o de Actualización del Proceso y del Producto.

EL PROGRAMA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Una vez definido el Plan Tecnológico con los Proyectos Prioritarios, se abren las opciones de Investigación para el CIyD agrupadas en áreas o disciplinas de investigación, lo cual forma el Programa de Ciencia Básica e Ingeniería de Investigación para la próxima generación tecnológica.

CONCLUSIÓN

Con una actitud pro-activa, el CIyD presenta a la Empresa un escenario tecnológico que va a impactar a la Empresa en términos de oportunidades y amenazas a nivel de Competitividad en mercados actuales, o de

Liderazgo en mercados potenciales o emergentes, así como los potenciales Proyectos Tecnológicos de Vinculación con objetivos que contribuyen a la Competitividad Global de la empresa. Aún con esta visión es posible que las prioridades de la empresa no sean iguales a las prioridades del CIyD, lo importante es que el CIyD puede presentar los proyectos a otra empresa de la misma industria, o re-definirlos e incluirlos como Proyectos Científicos y realizar la investigación con recursos públicos.

Finalmente, cuando se menciona que el CIyD debe “presentar” los proyectos a la empresa, podríamos pensar que se trata de “vender productos”, y surge la connotación de que hay que “convertir al Científico en vendedor de productos”, pero esto es una forma simplista de querer ver una extensión de las habilidades del Científico; de la misma forma pensaríamos que a la empresa se le puede ocurrir “que ahora el vendedor debe hacer investigación para poder vender más”. Los roles están claros, hay recursos humanos para la investigación y desarrollo de tecnología (los científicos y los tecnólogos), para promover los proyectos tecnológicos (el administrador de tecnología), y vendedores de productos (agentes del área comercial). Es decir, el CIyD debe pensar en un equipo de vinculación formado sólo por personas con una actitud que faciliten la comunicación con la empresa, y así reducir el riesgo en el Proyecto Tecnológico de Vinculación.

Una vez que las prioridades de Proyectos de Investigación son definidas y aprobadas por las partes, es evidente que el CIyD y la Empresa deberán desarrollar las habilidades de los Científicos y Tecnólogos para atacar los problemas no previstos inicialmente y que ahora le interesan a la empresa, por medio de asistencia a cursos y/o seminarios (internacionales) sobre los nuevos temas, con el fin de llenar las “brechas” en conocimientos y habilidades de investigación y desarrollo. Posteriormente viene la

transferencia de la tecnología al proceso, que incluye la capacitación y asimilación por parte del personal operativo.

REFERENCIAS

1. Larson, Ch. **Innovation and Global Competitiveness**. Sigma Xi Forum on “Trends in Industrial Innovation: Industry Perspectives and Policy Implications”, Arlington, VA., USA, nov. 20, 1997.
2. Kotler P. **Dirección de Mercadotecnia**. Prentice Hall, 1996, p.152-153
3. Naisbitt J., Aburdene P. **Megatrends 2000**. Avon Books, 1990, in: Kotler P., op. cit., p. 154
4. UK OST. **UK Technology Steering Group Report**. London, 1995
5. US Dept. Of Commerce. **Emerging Technologies: a survey of technical and economic opportunities**. NTIS, Washington D.C., 1990
6. NISTEP. **The sixth technology forecast survey**. S&TA, June 1997, Japan.