

Algunas ideas sobre institutos tecnológicos

Soto Krebs, Luis

Luis Soto Krebs: El autor es funcionario de la Junta del Acuerdo de Cartagena, donde desempeña funciones en relación con la preparación de la política tecnológica para la Subregión Andina a ser propuesta a la Comisión. Sin embargo, el presente trabajo ha sido preparado a título personal y no compromete la expresión de la Institución a que el autor pertenece.

I. Introducción

El presente documento está relacionado en general con el proceso de generación de tecnología y en particular con los institutos tecnológicos.

Las actividades científico-tecnológicas para el desarrollo las podemos clasificar en actividades de dirección ¹, actividades de absorción de tecnología ², actividades de adaptación y creación de tecnología ³, actividades auxiliares ⁴ y actividades de capacitación ⁵. Es necesario desarrollarlas todas ellas en forma armónica para lograr un buen manejo del problema tecnológico orientado hacia el desarrollo económico y social. Tradicionalmente en nuestros países este desarrollo armónico no se ha dado y no cuentan actualmente con una infraestructura científico-tecnológica adecuada a sus necesidades de desarrollo económico y social. Este hecho ha conducido a un alto grado de dependencia tecnológica con respecto a los países más desarrollados ya de todos conocido.

Generación de Tecnología

Definiremos el proceso de generación de tecnología a aquel que comienza con la detección y definición de una necesidad tecnológica que continúa, con la búsqueda

¹Actividades de dirección": se refieren a la generación de conocimientos y criterios relacionados con la planificación, evaluación, control y gestión de las actividades que se indican a continuación.

²Actividades de absorción": incluyen diversas formas de búsqueda, evaluación de tecnología, análisis de efectos, asimilación de conocimientos, tecnología inversa, copia, etc.

³Actividades de adaptación y de creación": incluyen las diversas formas de actividades científico-tecnológicas destinadas a modificar conocimientos existentes, para adecuarlos a las condiciones locales y la creación de nuevos productos o procesos por vía de investigación y desarrollo científico-tecnológicos.

⁴Actividades auxiliares": políticas y sistemas de información, prospección y estimación de recursos, normas y estándares técnicos, control de calidad, etc.

⁵Actividades de capacitación": se refieren tanto al desarrollo de instituciones que promuevan y dirijan el desarrollo científico y tecnológico como a la promoción de capital humano básicamente a través del aprendizaje en la realización de actividades científicas y tecnológicas.

y generación de la solución a esa necesidad y solamente termina con su implementación en el sistema productivo. En cualquier punto en que se rompa este ciclo el proceso queda fallido, perdiéndose los recursos humanos y materiales invertidos.

Es la complejión de ese proceso el que debemos buscar en los países subdesarrollados, en los cuales se tiene gran cantidad de problemas que resolver y los recursos humanos y materiales son limitados. Desgraciadamente nuestros países no han contado con organización e infraestructura para la realización de este proceso. Entre las causas para esto podemos anotar las que se indican en los párrafos siguientes.

Los grupos e instituciones encargados de la planificación y control dentro de los países, los encargados de la implementación industrial y los grupos e instituciones con capacidad para copiar, adaptar o crear tecnología, esto es, las universidades e institutos tecnológicos trabajan desconectadas.

El sistema cuyo objetivo fundamental es la copia, adaptación o creación de tecnologías trabaja como sistema isla. Define los problemas en los cuales trabaja no en función de las necesidades de nuestros países, sino que los define, inconscientemente tal vez, basado en las necesidades de los países desarrollados. Busca sus áreas de trabajo y problemas específicos por análisis de lo publicado en las revistas internacionales o como continuación de lo que sus miembros han hecho durante su formación académica en otros países. Otras veces los define ajustándose a condiciones impuestas por "ayudas internacionales". Como resultado de esto se está usando los pocos recursos financieros, y lo que es más importante, los escasos recursos humanos disponibles en generar conocimientos o tecnologías que no benefician a nuestros países, sino a los países más desarrollados. Este sistema no entrega al sistema productivo nacional el insumo que él necesita.

Por su parte, el sector productivo de los países andinos, ya sea por desconfianza en los medios nacionales, por desconocimiento de las posibilidades existentes o por simple comodidad o conveniencia, busca la tecnología que requiere solamente en los países más desarrollados, sin atender las consecuencias de su intervención. Esto crea un círculo vicioso. El sistema usuario de la tecnología no exige del sistema creador de tecnología que le resuelva sus problemas con la presteza y eficiencia requerida, permitiendo que este último no se adecúe a sus necesidades y funciones como grupo isla. Y como el sistema creador de tecnología no se adecua a las necesidades y ritmo del sistema productivo, este último no recurre al primero para la resolución de sus problemas.

Nuestros países, nuevamente debido a la falta de conciencia e infraestructura adecuada, han comprado tecnología en forma de plantas llave en mano, sin analizar ni entender lo que están adquiriendo. Este hecho les quita poder de negociación e impide el uso y desarrollo de recursos locales. Una vez instalada una unidad de producción con tecnología importada, cada vez que se desea ampliar su capacidad o se presenta un problema con la tecnología, es necesario recurrir a la empresa origen de ella en busca de la solución. Nuevamente se crea un círculo vicioso que tiende a perpetuar la dependencia tecnológica y sus efectos.

En los países desarrollados o que están próximos a serlo, existe conciencia de la importancia de la tecnología. Consecuentemente cuentan con la infraestructura para copiar, adaptar o crear tecnología en forma eficiente y que garantiza la estrecha relación de esa infraestructura con la de planificación y de control y de implementación en la producción.

Es necesario formar la infraestructura necesaria para asegurar en el mayor grado posible la complejidad del proceso de generación de tecnología.

En las páginas que siguen se plantean algunas ideas con respecto a una de las estructuras importantes para la generación de tecnologías, los institutos tecnológicos.

II. Institutos Tecnológicos

En lo que sigue se plantea que se entenderá por instituto tecnológico, sus objetivos, definición de áreas de trabajo, nacimiento de un instituto, esquemas de trabajo y financiamiento y su inserción en su medio de acción.

A. Definición

Un instituto tecnológico es un conjunto de personas capaces de generar tecnología, con objetivos claramente definidos y con una metodología adecuada. Esas personas disponen del equipamiento e infraestructura necesaria para el cumplimiento de sus objetivos. El Conjunto está cobijado bajo un techo. Esta definición es ambigua si no se fijan claramente cuáles son esos objetivos y cuál es esa metodología adecuada, lo que se hace más adelante.

Esta definición tiene la ventaja de resaltar que la parte fundamental de un instituto tecnológico la constituyen las personas, los objetivos y el esquema de trabajo y que la parte física, representada por los edificios y equipos, son elementos accesorios. Un edificio con equipos no es un instituto sino un museo.

B. Objetivos

Dentro del marco de actividades de un instituto tecnológico podemos distinguir dos clases de objetivos:

1. Los objetivos primarios, entre los cuales podemos mencionar:

- Generar tecnología ⁶ para hacer frente a las necesidades de los programas nacionales de desarrollo industrial y social a corto, mediano y largo plazo, como asimismo las necesidades del sector productivo en general.
- Dominar la tecnología en ciertas áreas específicas seleccionadas como prioritarias por el país respectivo
- Adaptar a las condiciones locales las tecnologías existentes en el exterior y necesarias al país.
- Crear tecnología en áreas preseleccionadas en los casos en que ésta no existe en el exterior o es prácticamente inaccesible para el país o empresa.
- Desarrollar procesos y productos para el sector productivo nacional
- Asesorar el sector productivo en problemas de producción
- Mantener estrecho contacto con el desarrollo científico y tecnológico a escala mundial y sus proyecciones futuras.

2. Los objetivos derivados, tales como:

- Formar, mantener y perfeccionar su propio personal de investigación y desarrollo
- Formar y perfeccionar personal para el desarrollo de actividades de investigación y desarrollo en el sector productivo y para la planificación y control de la importación de tecnología
- Asesorar a los organismos estatales en la formulación de las políticas tecnológicas.

⁶Generación de Tecnología: Actividad tecnológica que conduce a originar tecnología en un lugar. Incluye las actividades de copia, adaptación o creación propiamente tal de tecnología, desarrollo de productos, etc.

- Asesorar a los organismos estatales en la formulación de medidas concretas de fomento a la investigación tecnológica
- Asesorar a los organismos encargados de la selección y control de la importación de tecnologías en la evaluación de las tecnologías comprendidas en las solicitudes de inversión extranjera
- Mantener un servicio de información y documentación altamente eficiente para su uso propio, del Estado y del sector productivo.

El hecho de que el Instituto tenga entre sus objetivos el de generar tecnología, no significa que esto sea exclusividad de él. Muy por el contrario, es necesario que las empresas creen y mantengan personal dedicado a absorber, adaptar, etc. tecnología, y, si les es económico, crear tecnología.

C. Fijación de Areas de Trabajo

La fijación de las áreas prioritarias en que deben cumplirse esos objetivos debe hacerse conforme a los programas nacionales de desarrollo industrial y social a corto, mediano y largo plazo del país y las necesidades del sector productivo en general. De su análisis de esos programas debe nacer una lista de necesidades tecnológicas concretas, con prioridades y tiempos en los cuales debe disponerse de soluciones a ellas. Además, para esa fijación, debe tomarse contacto directo con el sector productivo ya establecido y en marcha, con las asociaciones de industriales, etc. con el fin de determinar sus necesidades.

Una vez determinadas las áreas de trabajo, es necesario determinar dentro de ellas los proyectos específicos a iniciar. El instituto tecnológico debe excluir de sus actividades las tareas repetitivas del control de calidad y normas técnicas u otras labores de rutina. Debe contar solamente con servicios de control y análisis y otros en la medida que sus proyectos se lo demanden. Esto no implica que no deba participar en el establecimiento de normas en las áreas en que trabaje o en el desarrollo de nuevos métodos para control y análisis o su perfeccionamiento. Estas son labores creativas y debe participar en ellas.

D. Instituto Monosectorial o Multisectorial ⁷

⁷Se define aquí instituto monosectorial o multisectorial a un instituto que sirve uno o más sectores económicos. Además se define como instituto monodisciplinario o multidisciplinario a un instituto que cuenta con personal de una o distintas disciplinas respectivamente para enfrentar los problemas. Se incluye como disciplinas la física, química, bioquímica, etc. y, además la ingeniería eléctrica, mecánica, química, etc.

Para resolver un problema tecnológico medianamente complejo es necesario contar con personal de distintas disciplinas. Si se enfrenta por ejemplo, el desarrollo de un nuevo proceso para la industria del cobre se encuentra que una vez desarrollado el proceso básico, se debe desarrollar sistemas de transporte, control, etc., para que se pueda realizar industrialmente. El no hacerlo deja el proceso básico desarrollado en el laboratorio. Como resultado de esto encontramos que, para tener un instituto monosectorial capaz de enfrentar un problema tecnológico en forma completa y eficiente, éste debe ser multidisciplinario y contar con personal de varias disciplinas y especialidades.

Además, para que un instituto sea eficiente debe alcanzar una cierta masa crítica en un tiempo corto. Si no se llega a ella rápidamente el instituto trabaja en forma ineficiente, se desprestigia frente a su mercado, su personal se desmoraliza y mal acostumbra y se entra en un ciclo que conduce a su destrucción. Por consiguiente, dado que en nuestros países actualmente se cuenta con relativamente limitado personal científico apto para trabajar en investigación y desarrollo, si se crean varios institutos monosectoriales, se crearía condiciones que conllevarían a institutos ineficientes.

Las personas del instituto, para poder desempeñarse en buena forma deben contar con un equipamiento, talleres y servicios de apoyo e información mínimos. Si no cuenta con ellos, nuevamente no pueden ser eficientes. Desde el punto de vista de la inversión, uso de recursos y capacidades humanas es claramente más conveniente un instituto multisectorial. De este modo se asegura una carga de trabajo más permanente para el personal y el equipamiento físico.

Si este instituto multisectorial crece al punto en que su administración y funcionamiento se hacen ineficientes y si se cuenta con suficiente personal y demanda de trabajo en un sector que garantice que pueden formar un nuevo grupo multidisciplinario eficiente, ese grupo se escinde y conforma un instituto monosectorial.

E. Nacimiento de un Instituto

Se ha planteado hasta este punto que el instituto debe trabajar en áreas bien definidas y que es necesario que sea multisectorial. Existen en los extremos dos alternativas para formarlo que son radicalmente distintas. La primera consiste en desarrollar e instalar capacidad de trabajo tomando como modelo la estructura, composición del personal y equipamiento que se tiene en países industrializados. La segunda consiste en estudiar más a fondo los requerimientos para cada uno de los proyectos específicos y contratar el personal y adquirir el equipo para ellos.

El primer camino, debido a la inexistencia de carga específica, puede llevar a mantener capacidad ociosa en personal por períodos relativamente largos de tiempo. Tratándose de profesionales de buen nivel se definirán trabajo ellos mismos, desconectados de las necesidades del sector productivo. Iniciado ese trabajo se adecuarán a él en cuanto a equipo y personal. Al término del trabajo es probable que se produzca un informe archivado o una publicación en una revista internacional, sin implementar industrialmente los resultados si éstos son positivos. Se inicia de este modo un grupo isla dentro del sistema generador de tecnología. Se crea carga de trabajo y su producto termina en el mismo grupo.

Por otro lado, este mecanismo de la instalación de capacidad global conduce generalmente a la compra de equipos caros que no tienen carga de trabajo posteriormente. Los grupos crean trabajo en estos casos en torno a él y terminan nuevamente en un grupo isla o realizando trabajos de rutina, no creativos.

En contraposición a este mecanismo de formación y crecimiento esta el crecimiento por adición de proyectos. En este caso se contrata al personal y se le perfecciona, se adquieren los equipos y se hacen las construcciones del sector productivo. De este modo se asegura una carga permanente, especialmente en la etapa crítica de la partida, para todo el personal y equipo tras objetivos y metas que nacen de necesidades productivas reales. Los servicios de apoyo también nacen como necesidad de esos proyectos y están adecuados a ellos. (En las páginas siguientes se plantea la definición del proyecto.)

En la selección de esos proyectos iniciales es necesario tener en cuenta también que el grupo de personas que resulte sea equilibrado y conforme un buen equipo de profesionales, con los cuales se pueda enfrentar un problema del sector productivo relativamente complejo.

Por reunión posteriormente de las personas de una misma especialización o disciplina nacen los departamentos. Estos existen para fines administrativos, de diagnóstico de necesidades tecnológicas, desarrollar las facilidades físicas y perfeccionar el personal. En su seno se juntan los profesionales para discutir el avance y problemas de la disciplina o especialidad.

F. Trabajo por Proyectos

La unidad básica de trabajo, donde se manifiesta el Instituto y a través del cual se hace el trabajo de generación de tecnología es el proyecto.

Una vez definida la necesidad de generar una tecnología, se prepara de parte del instituto una propuesta de trabajo en la cual se define en forma muy clara el problema, se fijan los objetivos, se fija la metodología de trabajo, se describe el programa de trabajo, se definen las necesidades de personal y equipos, los costos y plazos.

Es necesario que exista en todo proyecto un contratante. El Estado, la empresa o persona que contrata debe pagar los costos del proyecto. Sólo de este modo se garantiza que:

- El contratante piense y defina claramente qué es lo que quiere hacer y decida conscientemente hacer una inversión en tecnología.
- Como ha invertido dinero en el proyecto, controle muy estrechamente que se persigan los objetivos, que se cumplan los plazos y los costos.
- Una vez obtenidos los resultados, y si éstos son positivos, haga un esfuerzo mayor por implementarlo.

Por el contrario, si la persona no tuviera que pagar por el proyecto, se termina con la situación en que se inventa carga para ellos, y en que no se controla la prosecución de objetivos, plazos ni costos. La relación contratante a contratado debe estar presente en todo instante. Un instituto tecnológico debe funcionar como una fábrica cuyo producto final son tecnologías generadas. El producto final debe ser alcanzado en forma eficiente.

La propuesta de trabajo preparada por el personal del instituto se discute con el contratante. De llegarse a un acuerdo con el sobre los términos de ella, ese es el documento contra el cual se trabaja. El sirve de guía y control constantemente.

Para cada proyecto se conforma el equipo de personas que para él se necesitan y se les dan las condiciones de trabajo y financieras necesarias para enfrentarlo. Se nombra un Jefe de Proyecto que es el encargado de llevarlo adelante. Esta persona tiene plena responsabilidad por su marcha, administrativa y financieramente.

Los equipos de personas que trabajan en un proyecto determinado deben incluir personal de producción de la empresa que utilizará la tecnología, especialmente en las fases finales del proyecto. De este modo este personal congena la tecnología, se le entrena en su uso y se garantiza una mejor y más fácil implementación poste-

rior. Por otro lado, estas personas así formadas conforman en el futuro el sistema interlocutor para los institutos en el sector productivo. Son ellos los que tendrán la mentalidad de investigación y desarrollo y serán los que harán labores de detección y definición de necesidades de tecnología en la empresa y además, como se dijo más arriba, ayudan en la implementación posterior. Ellos constituyen la prolongación de los institutos en el sector productivo.

En el caso de existir la necesidad de construir e instalar plantas piloto en conexión con un proyecto, y si el contratante del proyecto es una industria en marcha, esas plantas deben en lo posible ser instaladas anexas a la industria. De ese modo:

- Se utiliza infraestructura de producción allí existente
- Se incorpora mayor cantidad de personal de producción, mantenimiento, etc. en la generación de la tecnología, facilitando su incorporación e implementación definitiva en la empresa.
- Se lleva el personal de los institutos a trabajar y conocer los problemas reales de la faena de producción.

G. Perfeccionamiento de Personal

El personal de los institutos debe ser perfeccionado en torno a proyectos y necesidades específicas presentes o futuras. De este modo se garantiza que es formado en algo útil para el país y la persona sabe precisamente para qué está siendo preparado, y si estudia en el exterior tiende a volver y arraigarse más fácilmente en el país.

Para fomentar la creatividad y perfeccionar al personal es fundamental que pueda presentar proyectos o ideas para ser desarrolladas en el instituto. Además de la generación de carga como se planteó en "C" los grupos de trabajo deben tener iniciativa en la proposición de proyectos de su propio origen. Estos deben ser operados con las mismas características que los proyectos de origen externo y deben ser vendidos a las empresas, sistema financiero nacional, etc. Si esto no fuera posible, el instituto debe contar por su parte con un financiamiento para contratar también este tipo de trabajo.

Es importante mantener al personal del instituto, además de con la más alta formación teórica y conocedor de lo que ocurre en su campo de actividad, conectado con la industria y con sus problemas reales. Para ello es fundamental y conveniente programar estadias en la industria y usar oportunidades como la planteada en G.

H. Financiamiento

Inicialmente los institutos deben ser financiados completamente por el Estado. Posteriormente deben tener una fórmula de financiamiento que los obligue y estimule a ser eficientes o a morir.

Al comienzo el Estado debe entregarles el equipamiento y construcciones básicas y financiar el personal para abordar los primeros proyectos. De este modo es él quien toma el riesgo inicial por el desarrollo de esos proyectos. A través de ellos el instituto debe prestigiarse ante sus potenciales contratantes.

Al estado de régimen el financiamiento para el crecimiento, en lo relativo a personal y equipamiento, debe provenir de proyectos específicos contratados. Los recursos necesarios para la ampliación de edificios de uso general es conveniente que sean aportados por el Estado.

El total o parte, dependiendo del monto, de las entradas por patentes o regalías originadas por conocimientos de propiedad del instituto deben contribuir a su financiamiento. Parte de los ingresos de libre disposición así originados deben ser destinados a contratar por parte del instituto los trabajos propuestos por su personal.

En el estado de régimen el monto de los costos cubiertos por ingresos propios originados en venta de proyectos al exterior no debe exceder de aproximadamente 70 % del presupuesto total anual. El restante 30 % es conveniente que sea financiado directamente por el Estado o instituto con entradas de libre disposición. Sólo de este modo se garantiza que el personal no se descapitalice y tenga la posibilidad de perfeccionarse. Por otro lado no es conveniente que la proposición de libre disposición originada en aportes estatales patentes o regalías u otras fuentes, sobrepase ese 30 %, porque puede llevar a exceso de trabajo generado internamente y que podrían conducir a la formación de un Instituto isla.

I. Sistema de Información

Para que el personal del instituto trabaje en forma eficiente, debe disponer de información completa y oportuna. Para tal efecto, se debe disponer dentro del Instituto de un sistema de información adecuado. Se habla de un sistema y no de una biblioteca para diferenciarla del concepto tradicional que encierran estas últimas. El sistema de información debe almacenar información en ciertos campos seleccionados en forma de libros, resúmenes o patentes, pero además debe mantener canales y contactos para obtener información que no tenga almacenada en forma expe-

dita (incluso por vía telex), y en especial información no publicada y de difícil acceso.

Tales sistemas deben servir, además del instituto, al sector de Gobierno y de producción. El desarrollo de esta infraestructura tiene importancia clave en países como los nuestros, en que los contactos personales con el origen de ciertas tecnologías son remotos y caros.

J. Inserción en su Medio de Acción

La conexión más fuerte y natural del instituto con su medio de acción se crea y se vive a diario a través de los proyectos. Un proyecto bien planificado y realizado crea nexos más permanentes con el sistema planificador y el usuario de tecnología que cualquier nexo formal.

Sin embargo, la práctica demuestra que es importante además contar con nexos institucionales. Con este fin el instituto debe contar con un Consejo Directivo formado por representantes de las empresas del sector productivo, representantes de organismos de programación económica y social nacionales y un representante del sistema gubernamental de selección y control de importación de tecnología.

Además de las labores de fijación de presupuesto y otras semejantes, este consejo tiene las funciones de conectarlo con los sectores productivos, de planificación y control de la importación de tecnología, definir las áreas prioritarias en las cuales el instituto debe cumplir sus objetivos y contratar proyectos internos.

De igual manera, el instituto debe contar con representación en el sistema de planificación y en el sistema selector y controlador de la importación de tecnología.