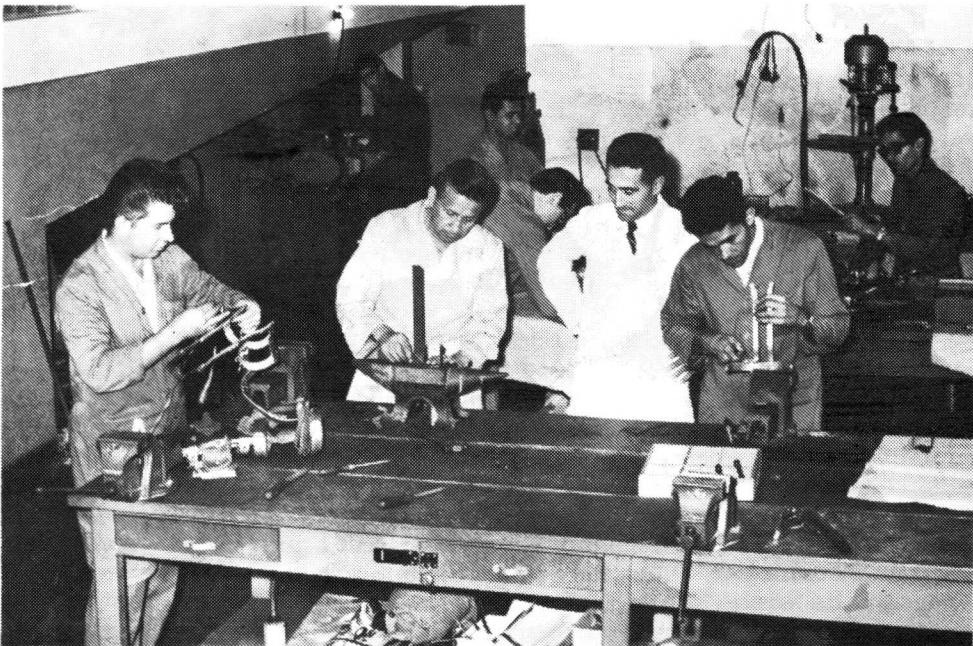


Universidad y desarrollo

Del elitismo a la excelencia



Ciencia y producción, indisociables.

ROGER BLAIS *

PARA los países en desarrollo es especialmente crítico establecer fuertes vínculos entre los sistemas científico y pro-

1. Aportes de la ponencia "Transferencia de Tecnología e Innovación Industrial vía Universidad" presentada por el autor en el V Seminario Metodológico sobre Política y Planificación Científica y Tecnológica, patrocinado en 1982 por la OEA y Colciencias.

* Decano de Investigaciones de la Ecole Polytechnique de Montreal (EPM); miembro de Science Council of Canada; Vice-Presidente del Consejo de Gobernadores, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (Ottawa); Vice-Presidente de la Asociación de Geocientíficos para el Desarrollo Internacional (1.500 miembros en 100 países).

ductivo. Una de las formas de lograr esta unión es a través de la universidad tecnológica con escuelas de ingeniería y administración como eslabones esenciales. Contando con el deseo institucional y suficientes recursos humanos y financieros, la universidad tecnológica puede contribuir significativamente a la transferencia de tecnología y a la innovación industrial y, por tanto, a una creciente autosuficiencia.

Además de los objetivos académicos corrientes, se necesita impulsar la creatividad, la capacidad de diseño, el sentido empresarial y la innovación tecnológica para que la universidad tecnológica sea socialmente relevante y económicamente eficiente. Un centro de innovación basado en la

universidad puede ser de gran utilidad para lograr estos objetivos necesarios para el desarrollo.

En este mundo cada vez más estrecho, hay intelectuales e intelectuales. Algunos pertenecen a las élites científicas tradicionales. Otros, probablemente menos conocidos durante su vida, logran gran nivel internacional no tanto por ser prolíficos en la publicación de artículos dirigidos a un pequeño segmento de la élite intelectual, sino por su pensamiento realmente original, juicio crítico, gran poder de integración de variables complejas, sagacidad en el análisis de fenómenos tecno-socio-económicos y —muy importante— su deseo de oír y aprender, su capacidad para entender otras

Universidad y desarrollo

→ culturas, su profundo interés en la aventura de la humanidad, su interminable búsqueda del conocimiento y la verdad, y su preocupación por los pobres y desposeídos. Cuando este inusual conjunto de cualidades se combina con una energía sin límites, generosidad personal, humildad y cordialidad, un intelecto superior deviene un gigante entre los intelectuales.

Por qué Québec?

Québec comparte con América Latina diversos problemas y experiencias. Aun cuando es una provincia canadiense, su población de 6,2 millones es en un 80% de ascendencia cultural francesa, lo que la hace tan latina como los países al sur de los Estados Unidos, e igualmente decidida a tallarse su propio futuro.

Entre otros elementos comunes podemos mencionar: baja densidad de población; vastos recursos naturales; predominio de industrias tradicionales en la economía; un alto porcentaje de firmas de propiedad extranjera, en especial en sectores de alta tecnología; importación masiva de tecnología y servicios especializados del exterior; fuerte endeudamiento externo para financiar obras de infraestructura; estancamiento de la producción manufacturera; el papel dominante del gobierno y las empresas estatales, controversias ideológicas y políticas, etc.

Con todo, hay grandes diferencias, pues Québec tuvo un ingreso per capita de US\$ 6.575 en 1977, una estructura de ingresos bastante equilibrada con relativamente poca pobreza; un sistema educativo altamente sofisticado y desarrollado, sin analfabetismos; un sistema político democratizado; una estructura financiera estable y amplia; un incremento de la población de solo un 0.6% por año y probablemente el mayor nivel de consumo de energía per capita en el mundo.

Esta particular combinación de gran nivel de vida y riqueza cultural con un alto grado de propiedad



La universidad, al servicio de la sociedad.

extranjera en la industria e importación sin restricción de tecnología extranjera, ha dado como consecuencia una serie de reformas sociales y económicas, así como medidas tendientes a lograr una mayor autosuficiencia tecnológica.

Con una Dirección de Investigaciones creada a fines de 1970, la Ecole Polytechnique de Montreal comenzó a desarrollar una política institucional de investigación, conjuntamente con una serie de objetivos orientados a la aplicación industrial de los resultados. En 1971, se crearon 3 centros de investigación aplicada (exploración mineral, ingeniería de zonas frías e ingeniería nuclear) que aún hoy son únicos en Canadá. Dada su importancia, fue creado al mismo tiempo el Instituto de Investigación por contratos. En 1979 se de coordinar e impulsar la investigación por contactos. En 1979 se estableció un quinto instituto a fin de promover la investigación en ingeniería biomédica (e.g. telemedicina, biomedicina electrónica, biomecánica y biomateriales). Durante este período la investigación se convirtió en un objetivo institucional, se promovió la in-

vestigación en equipo y se buscaron las aplicaciones industriales de los resultados logrados. Como fruto de esta voluntad institucional coordinada, y a pesar de restricciones financieras importantes –tanto a nivel de la EPM como de las agencias gubernamentales–, la investigación se desarrolló más rápidamente que en cualquier otra universidad en Canadá; los contratos con las industrias locales se multiplicaron, se registraron numerosas patentes y se comenzaron a generar muchas innovaciones. La tradicional composición del cuerpo docente (ingenieros y matemáticos con algunos físicos, químicos y geólogos) se vio enriquecida con la adición de un ergonomista, un ecólogo, dos sociólogos y dos economistas. El evidente éxito de la fase 3 se debió, básicamente, a una definida decisión institucional y a una cantidad de iniciativas que permitieron a la EPM optimizar sus recursos humanos y físicos. Mientras que otras universidades continuaban, en general, con sus enfoques tradicionales, la EPM desarrolló un programa estratégico de largo plazo, consolidando sus programas de investigación, mo-

viéndose con rapidez hacia nuevos campos y acentuando fuertemente su relación con la industria.

Docencia, investigación, aplicaciones industriales e innovación tecnológica (1979), última fase que comenzó con el establecimiento de un Centro Regional de Innovación Industrial en la EPM, es de particular interés, pues completará el desarrollo industrial iniciado en 1966 e institucionalizado en 1970-1971. El Centro integra las funciones principales de una universidad tecnológica, concentrándose en la necesaria contribución de la universidad a la innovación industrial, buscando una creciente autosuficiencia tecnológica y desarrollo autóctono de acuerdo con el sistema de valores de la comunidad.

Desde el comienzo de sus actividades en 1972, el Instituto de Investigación Industrial ha mantenido una tasa constante de crecimiento del 24% anual, en promedio, o 14% en dólares de 1972. Tiene más de 300 clientes por año, 2/3 de los cuales son pequeñas firmas industriales de menos de 200 empleados; el resto son grandes firmas nacionales y transnacionales, agencias gubernamentales federales y provinciales, municipales e instituciones de enseñanza. El Instituto se auto-sostiene financieramente desde 1976, luego de recibir una subvención inicial de US\$ 265.000 repartida en 5 años. Recupera todos sus costos directos y carga un adicional general de 35% en investigación y 60% en ensayos y alquiler de equipos.

La Moderna Universidad Tecnológica

Sea en Canadá, en el Tercer Mundo o en cualquier otra parte, la universidad tecnológica moderna se encuentra ante un dilema: seguir con su papel tradicional de educación superior e investigación motivada por la curiosidad y enfrentarse a un creciente descontento de parte del público y el gobierno, o ser útil socialmente y

asumir misiones tecno-socio-económicas de trascendencia, mientras continúa con sus funciones educativas básicas, retiene su libertad e independencia ideológica, y deviene en un agente activo de cambio y, por tanto, en un elemento principal del proceso de desarrollo. Aun cuando la polarización puede no ser siempre tan aguda, una concepción monolítica de la universidad resulta ya insostenible.

Frente a las escaseces energéticas generalizadas, fuerte competencia internacional y profundización de los niveles de desarrollo, un planteo heterodoxo nos lleva inevitablemente a la noción de que el papel de la moderna universidad tecnológica debe extender su actividad hacia la innovación industrial, al tiempo que mantiene los objetivos de educación superior, entrenamiento profesional y generación de conocimiento. Esto no significa que la universidad debiera substituir a la empresa comercial o industrial, sino que debe ser parte del sistema de desarrollo. Como miembro básico del sistema científico, resulta esencial para la universidad desempeñar un papel activo con respecto al sistema productivo.

Aunque es aceptado que el sistema productivo de un país requiere un conjunto de factores productivos (trabajo, capital, etc.) es necesario reconocer que a largo plazo las NUEVAS IDEAS representan un factor de producción y que, una vez las mismas se incorporen en una innovación industrial con éxito, se convierten en un instrumento central del progreso económico y tecnológico.

La universidad tecnológica debe participar directamente no sólo en la generación de nuevas ideas sino, también, en su aplicación. Pero, a causa de la inercia de los sistemas productivo y científico, la universidad no tiene otra alternativa que participar decididamente en la innovación tecnológica. En otras palabras, ya no es suficiente sólo el transmitir las nuevas ideas a través de la docencia, conferencias o publicaciones. Los

actores deben participar en la realización de las nuevas ideas; deben ser partes activas en el proceso dinámico de cambio técnico y la evolución del conjunto social.

El concepto de "torres de marfil" es un lujo que ningún país puede seguir afrontando. De hecho, ¿cómo puede la universidad moderna ser un factor de progreso si permanece aislada de su medio productivo y de la fuerza de trabajo? ¿Cómo puede ser un factor de cambio si se conforma con la retórica, sin programas para la acción? ¿Cómo puede ser efectiva si el cuerpo docente se encierra, en lugar de concentrarse en los reales problemas productivos?

El argumento no consiste en proponer un rol puramente utilitario de la universidad, sino señalar su necesaria contribución a la innovación industrial, en un medio donde la libertad prevalezca, donde la excelencia científico-tecnológica sea reconocida y buscada activamente y donde se promueva la iniciativa, la productividad y la creatividad. En otras palabras, reemplazar el elitismo por la excelencia y la relevancia; el santuario por un centro donde el cuerpo docente se encuentre con los actores sociales, comparta el nuevo conocimiento con ellos y coopere en realizar las mejoras necesarias en el sistema productivo a través de la experimentación e innovación.

Contribuciones de la Universidad a la Innovación

Como afirmara Alfred North WHITEHEAD, "el mayor descubrimiento del siglo XIX fue la innovación del método de la invención". Pero, una invención que no llegue al mercado tendrá pocos efectos. Por tanto, lo fundamental es el proceso de innovación. Tal como lo señalamos más abajo, la universidad interviene en la cadena de innovación de un modo substancial.

Para todos los efectos, la innovación no es más que la primera aplicación original y exitosa de un nuevo concepto, un descubri-

→

→ miento científico o una invención que conduce al progreso. Si bien hay varias formas de innovación (i.e. tecnológica, comercial, organizacional o institucional), que son más o menos complementarias entre sí, la discusión que sigue se concentra casi exclusivamente en la innovación tecnológica. No sólo es la más compleja y difícil sino, además, la más productiva desde la perspectiva del valor agregado.

En el contexto de la innovación industrial esta misión asume una cierta especificidad para la universidad tecnológica tanto en términos de producto interno como externo. Estas ideas se exponen en la Figura 1 y se discuten más abajo.

Productos internos

— **Entrenamiento:** la docencia debe dar a los estudiantes una sólida base científica y todo el conocimiento especializado que es necesario para practicar una profesión con competencia y buen criterio. Debe, también, estimular la creatividad, motivar a los estudiantes hacia la innovación tecnológica y el sentido empresarial, ayudarlos a adquirir sentido crítico así como facilidad de expresión oral y escrita.

— **Investigación académica:** sea fundamental o aplicada, la investigación debe llevarse a cabo en plena libertad, trascender los límites de lo aprendido en los libros y llegar efectivamente a sus usuarios potenciales. Por tanto, los investigadores deben tener un espíritu innovativo y ser especialmente sensibles a las necesidades locales o regionales y los imperativos del mercado. Deben mantenerse en contacto permanente con sus homólogos en la industria y el gobierno, llevar sus ideas a los industriales locales y trabajar con ellos para su ejecución con éxito.

Cuando la universidad tecnológica responde a pedidos específicos de clientes externos (i.e. firmas industriales, empresarios privados, agencias gubernamentales), o se asocia con la industria

para explotar nuevas ideas, podemos llamar a sus frutos "externos". Pueden tomar las formas siguientes:

— **Ensayos y control de calidad:** las firmas industriales pueden carecer del personal especializado o del equipo necesario para llevar a cabo los ensayos requeridos en el aseguramiento de la calidad de sus productos o en la verificación del funcionamiento de sus equipos. Al realizar tales ensayos, por un precio adecuado y bajo una supervisión competente, la universidad no sólo provee un servicio valioso sino que, además, optimiza su equipamiento, facilita mejor entrenamiento a los estudiantes y aprende a tratar con la industria.

— **Contratos de investigación:** estos contratos permiten a las firmas industriales y agencias del gobierno disponer de la experiencia profesional de los profesores y estudiantes graduados, así como el uso de los equipos científicos de la universidad, muchas veces sub-utilizados. Al mismo tiempo, estos contratos presentan a profesores y alumnos valiosas oportunidades para responder rápidamente a las necesidades de la vida real, con soluciones innovadoras. Muchas veces, tales contratos representan excelentes oportunidades de capacitación para estudiantes en el área de la experimentación científica, diseño tecnológico y preparación de informes.

— **Proyectos conjuntos:** en muchos casos las firmas pequeñas no cuentan con los medios financieros para contratar una investigación, ni los recursos necesarios para diversificar la producción y entrar en áreas nuevas. Lo mismo puede suceder con el inventor individual. A partir de la experiencia de la EPM, los proyectos conjuntos pueden tomar las formas siguientes:

a) **Desarrollo por parte de la universidad, de una cierta tecnología** que es de interés para una empresa dada, en cuyo caso la universidad da al licenciatario el derecho de explotar

la invención contra el pago de un "royalty" (tales pagos se utilizan para recuperar los costos iniciales, remunerar a los inventores e iniciar proyectos en nuevas áreas).

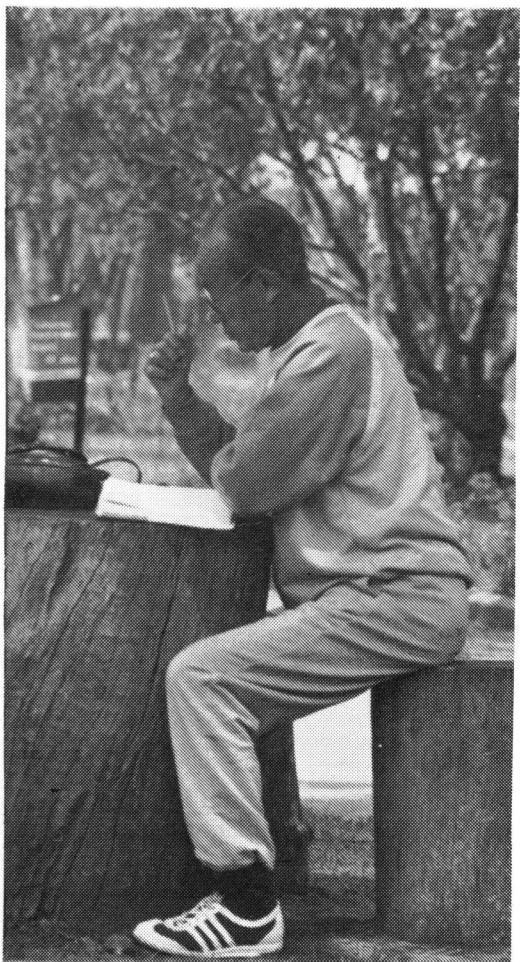
b) **Desarrollo de un servicio científico** para el cual la universidad posee una competencia única en el país (p.ej.: modelos matemáticos, ensayos no destructivos, diseño de microprocesadores, etc.), y que son comercializados bajo el control de la universidad (el uso de los honorarios recibidos es idéntico al caso anterior).

c) **Ayuda a inventores individuales y empresarios** en la evaluación de sus nuevas ideas, desarrollo de sus productos, realización de estudios de mercado y lanzamiento de nuevos productos (en pago, la universidad obtiene una participación en la invención o la innovación comercial que resulte).

d) **Creación de una nueva empresa comercial** a fin de explotar industrialmente una invención prometedora o una nueva tecnología generada por profesores o estudiantes y en los cuales la universidad obtiene una participación significativa (dichos procedimientos son utilizados para generar otros desarrollos tecnológicos de importancia y procurar una ayuda financiera a los alumnos más destacados en la innovación de sus proyectos).

— **Consultorio profesional:** este método de transferencia de tecnología se lleva a cabo bajo la tutela de la universidad, y es hecho de tal modo que no interfiera con las obligaciones académicas (procedimiento utilizado para pagar honorarios suficientes a los consultores y cubrir los gastos indirectos de la universidad tales como el trabajo de secretaría, contabilidad, etc.).

— **Cursos intensivos:** a fin de responder a las necesidades industriales en varias áreas especializadas, la universidad puede, a veces, dar cursos cortos e inten-



Humildad, audacia y realismo: perfil del nuevo intelectual.

sivos de 1 a 2 semanas, en ciertas áreas donde cuenta con suficiente capacidad (procedimiento utilizado con objeto de preparar un material didáctico adecuado y pagar los honorarios a los profesores invitados, más el reembolso a la universidad de otros gastos).

Una política de puertas abiertas

El enfoque arriba descrito es muy exigente y no puede lograrse de un día para otro. La apertura hacia el mundo industrial requiere una clara definición de objetivos, una estrategia para alcanzarlos y un conjunto de tácticas apropiadas. Pero, sobre todo, requiere de la universidad una política explícitamente orientada hacia la industria, al tiempo que continúe totalmente dedicada a los mejores objetivos pedagógicos y de in-

vestigación. La EPM y varias otras universidades (incluyendo MIT) han demostrado cómo puede realizarse esto y cómo los objetivos académicos-industriales aparentemente conflictivos pueden converger si hay voluntad institucional.

Sin embargo, una política de puertas abiertas no es suficiente. Para ser exitoso, el enfoque debe basarse en un sistema de investigación sólidamente establecido que no sólo comprenda un número suficiente de expertos en una variedad de campos sino, también, profesores de alto nivel y suficiente experiencia profesional.

Superficialmente, este enfoque puede parecer mercantilismo disfrazado para balancear el presupuesto universitario y obtener fondos adicionales (por los cuales hay mucha demanda). Pero, al contrario, expresa la creatividad de la universidad moderna para adaptarse dinámicamente a su medio ambiente tecno-socio-económico y ser agente activo de desarrollo. Ciertamente, esto es mucho más exigente para los profesores que los roles académicos tradicionales, pues requiere perspicacia, tenacidad, imaginación, competencia tecnológica, creatividad, capacidad de diseño, discernimiento, conocimiento de los mercados y deseo de reunirse con los industriales asociados y trabajar con ellos.

Un nuevo paradigma

Por mucho tiempo se creyó que el mejor modo de aumentar el nivel de la innovación industrial en un país, era incrementar la cantidad de investigación básica a fin de preparar el camino para la investigación aplicada y, eventualmente, para los desarrollos tecnológicos. Tal paradigma, predilecto de investigadores universitarios en búsqueda de fondos, se expresaba esencialmente así:

investigación básica
investigación aplicada
desarrollo tecnológico
fabricación de prototipos
producción industrial
comercialización ventas

Actualmente se reconoce que tal paradigma es engañoso. En su lugar, el siguiente se acerca a la realidad:

Conocimiento de necesidades del mercado y capacidades técnicas

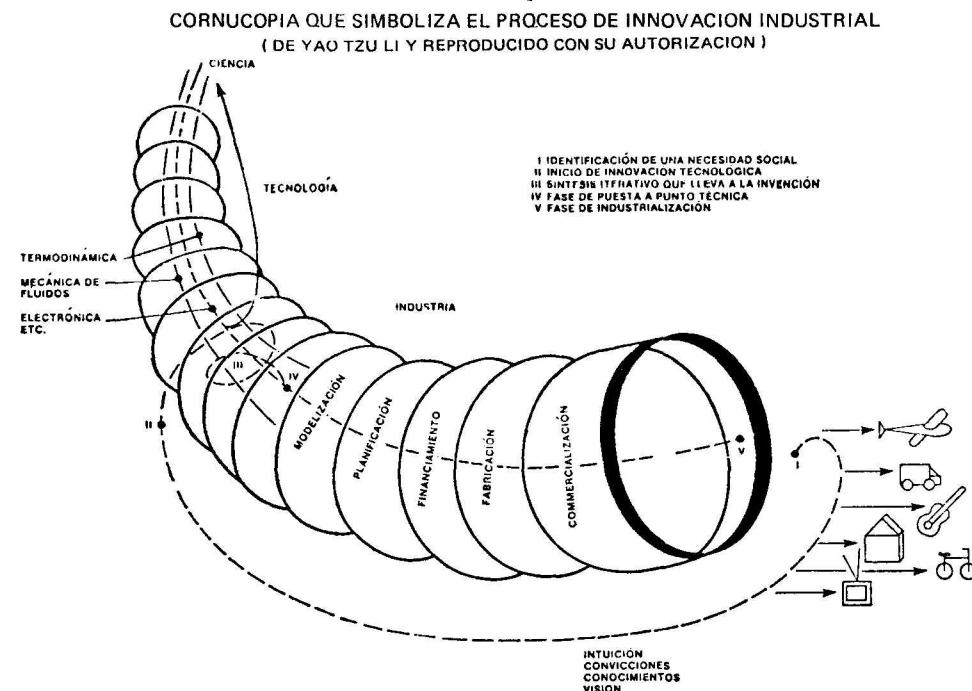
invención evaluación demostración
técnica de posibilidades innovación
difusión.

A este respecto, es importante notar que la principal función de la investigación y el desarrollo no es generar innovaciones directamente, sino consolidar y ampliar la capacidad de invención, innovación y difusión de productos, procesos o servicios nuevos y útiles. Varios estudios han demostrado claramente que la mayor parte de los desarrollos industriales se realiza del modo siguiente:

- Stock básico de conocimiento "existente".
- Desarrollo de nuevos mercados ("market-pull" vs. "technology-push")
- Una serie continua de pequeñas mejoras de productos y/o procesos que aumentan la productividad (i.e.: las "rupturas" tecnológicas son raras y representan sólo una pequeña fracción del aumento del producto bruto nacional)

Con estas nociones, es obvio que las universidades en los países en desarrollo pueden jugar un papel principal, ante todo en la producción de los recursos humanos de alto nivel y, en segundo lugar, en la generación y aplicación de pequeñas pero significativas mejoras incrementales a los productos y procesos locales.

Si una universidad tecnológica se orienta hacia la transferencia de tecnología y la innovación industrial, ~~debería intentar corregir la debilidad usual de los sistemas~~ de investigación académicos, o sea, no sólo contar con inventores, diseñadores, analistas, gerentes y patrocinadores sino, además, con un número suficiente de empresarios (persona clave), vendedores (vendiendo nuevas →



ideas) y agentes de información (que se mantengan bien informados de lo que sucede en sus campos respectivos).

Una cornucopia

Tal como se muestra en la Figura 2, la innovación tecnológica puede asemejarse a una cornucopia, el tradicional símbolo de la abundancia. La punta está llena con el conjunto de conocimientos científicos a partir de los cuales han evolucionado las disciplinas tecnológicas. Hacia abajo están las operaciones industriales que conectan la tecnología con las necesidades sociales; y en la boca, los productos se materializan para completar el proceso.

La línea punteada que conecta las cinco estaciones (números romanos) simboliza el proceso de innovación tecnológica. Para cada producto ubicado en el mercado, debe haber habido un reconocimiento claro de una necesidad social. Esta germinación en la estación I lleva a una posible solución innovativa en la estación II. En la estación III, a través de una síntesis iterativa, las variadas tecnologías se mezclan a fin de crear una

nueva configuración del producto a través del diseño. Esta nueva configuración es ensayada sucesivamente para eliminar efectos indeseados, optimizar el diseño y verificar la novedad del producto. Si el proceso continúa suavemente, la nueva idea obtendrá más apoyo financiero y se concretará a través de la fase de desarrollo (estación IV) y, eventualmente, a una producción industrial (estación V).

Tal como la subraya YAO², el punto crítico de la II está en la reunión de los 3 elementos de la estación III. Aquí es donde la información tecnológica se encuentra con la percepción de una necesidad social a fin de iniciar el camino hacia la comercialización.

Para lograr los objetivos mencionados y acelerar un desarrollo industrial autóctono en el contexto particular de Québec (con una omnipresencia de empresas transnacionales vs. 9.000 empresas pequeñas, 93% de las cuales ni siquiera cuentan con un ingeniero) la EPM ha desarrollado un Centro de Innovación Industrial establecido como una corporación sin fines de lucro.

El rol múltiple de una universidad tecnológica (principalmente en escuelas de ingeniería y administración) con relación a la transferencia de tecnología y la innovación industria, consiste en entregar a los jóvenes promisarios en los aspectos esenciales de la innovación. Estudiar, analizar y producir ideas para mejorar la capacidad de la industria local en cuanto a innovación y/o mejoramiento de sus productos y procesos. Ayudar a los empresarios locales e inventores a evaluar sus nuevas ideas y definir posibles limitaciones o efectos secundarios que deben corregirse mediante un mejor diseño. Reducir el nivel de incertidumbre y riesgo en nuevos desarrollos tecnológicos y empresas industriales a través de adecuadas transferencias de tecnología, acuerdos de licencia, una apropiada evaluación e información de sistemas. Ayudar al lanzamiento de nuevas empresas a través de proyectos conjuntos industria-universidad para reducir la falta de tecnología, de administración y gestión, la falta de financiamiento y finalmente la falta de tiempo.