

GESTIÓN TECNOLÓGICA



ada día son más crecientes las evidencias empíricas de la relación entre el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico, así como la importancia de la tecnología, especialmente el papel clave que tiene la innovación en la construcción y sostenimiento de la competitividad de empresas y países.

Este papel clave ha generado en los últimos años un cambio en la cultura empresarial, con la incorporación deliberada y sistemática de la gestión tecnológica como una dimensión dominante en la gestión moderna de las organizaciones, y su toma de decisiones y ejecución de estrategias de desarrollo que permita efectivamente construir y sostener ventajas competitivas. Para tener una aproximación a esta nueva práctica de gestión empresarial, se presentará en este artículo en forma integrada, un marco conceptual, términos y teorías sobre tecnología, innovación, desarrollo tecnológico procurando mostrar su unidad y relaciones.

La tecnología es presentada en este artículo como sistema y como producto y proceso social que evoluciona mediante innovaciones –sus principales agentes de cambio–, en íntima relación e interdependencia con el sistema económico y otros sistemas sociales como la ciencia. La gestión tecnológica se concibe como un sistema de conocimientos y de prácticas relacionados, que en la práctica se manifiesta como un proceso complejo y multidimensional orientado al desarrollo tecnológico. También se postula aquí que el objetivo último de la gestión tecnológica es la incorporación deliberada y sistemática del cambio tecnológico para el desarrollo de países, empresas u organizaciones.

Tecnología e innovación

La tecnología es concebida como *conocimiento aplicado* en casi todas las actividades humanas, conocimientos que han desempeñado un rol importante en los logros materiales y culturales en la evolución de la sociedad. Sin la tecnología no podrían realizarse algunas actividades humanas, pues es ella la que establece el “cómo” se ejecuta la actividad. Y, no puede realizarse acción humana alguna sin cierto acervo de conocimientos empíricos o racionales acerca del mundo físico, biológico o social.

La tecnología, en un sentido fundamental, determina la forma o configuración de las cosas artificiales y la reconfiguración de las naturales. “La primera función inmediata de la tecnología —y la condición inmediata de su utilidad— es dar una forma definida y artificial a un conjunto de materiales o a una actividad humana específica”¹. En sus múltiples manifestaciones la tecnología amplía el alcance y el poder de la actividad humana. Ella permite hacer lo que antes no se había hecho. En este sentido la tecnología adquiere un carácter instrumental o de medio para facilitar el empeño humano, facilitar su desempeño o permitirle ejecutar tareas más allá de sus capacidades humanas. Hace factible actividades con las que ni siquiera soñaba el hombre, o eran una utopía. Ella está presente en casi todo el espectro de actividades humanas, desde las más simples, cotidianas y domésticas como la elaboración y preparación de alimentos, hasta las más

sofisticadas y organizadas hoy para la producción industrial o usadas en servicios como los procedimientos quirúrgicos con tecnología láser, terapias genéticas o la tomografía combinada con resonancia magnética.

La tecnología es el resultado de la actividad del hombre en sociedad en procura de la satisfacción de sus necesidades y deseos. Este conocimiento desarrollado por el hombre mediante su actividad científica o empírica, existe y se manifiesta en varias formas como: *hardware*, *software* y como *humanware* o *manpower*. El *hardware* es el componente físico o material de una tecnología en el que se incorpora el conocimiento en forma de equipos, dispositivos, aparatos, instrumentos, productos y otros elementos materiales involucrados en las actividades humanas. El *software* es un componente no material de la tecnología, constituida por información registrada en libros, revistas,

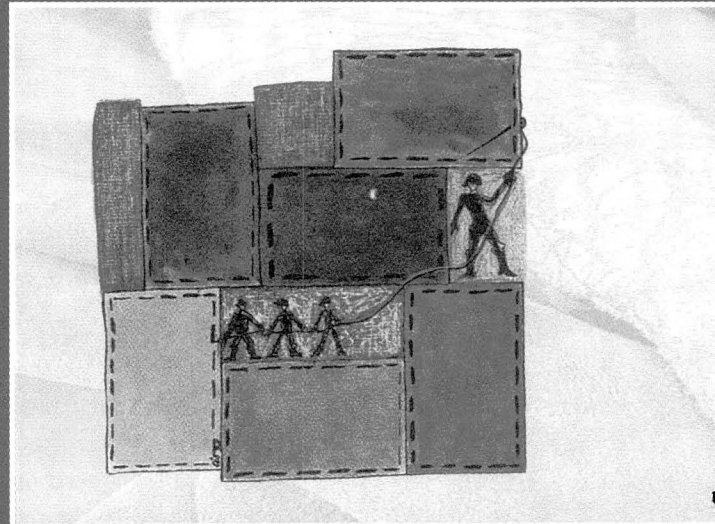
boletines, manuales, planos, medios magnéticos u ópticos, etc., sobre elementos materiales, procesos y procedimientos o formas de hacer las cosas; mientras que el *humanware*, otro componente inmaterial, es el componente humano de una tecnología constituida por las competencias, habilidades y destrezas o como conocimiento práctico no sistematizado, ni estructurado que tienen las personas. Son éstos los tres componentes que integran toda tecnología y cuya participación en la composición de una tecnología en particular depende de la naturaleza específica de ella. No es igual la composición en una tecnología para realizar actividades administrativas, a la que se requiere en una operación de transformación física de materiales en productos.

¹ Winner, L., *Tecnología autónoma*. Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1979.

Fotografía: Camilo Gómez Durán. Archivo Colciencias



Ilustración: Clara Inés Silva



Más conocida y formal es la definición de la tecnología como conocimiento aplicado en los procesos de creación, producción, comercialización, distribución y uso o consumo de productos y servicios², así como el conocimiento empleado en la investigación y desarrollo de estos procesos. Son conocimientos de naturaleza empírica y científica que hacen referencia no sólo a los productos, servicios y procesos físicos, sino también a procesos gerenciales y administrativos; es decir, conocimientos asociados a todas las actividades que desarrolla una organización empresarial. Está implícita esta definición en el concepto de "paquete tecnológico"³, y Porter la incorpora en su teoría de la cadena de valor cuando afirma que toda actividad de valor emplea tecnología, que todo lo que la empresa hace involucra algún tipo de tecnología, y que "una empresa, como una colección de actividades, es una colección de tecnologías" (Porter, 1995).

Lo que equivale a afirmar que una empresa es, en última instancia, una colección de conocimientos. En las organizaciones el conocimiento no sólo lo tienen las personas o se halla incorporado en los equipos, sino que "también se encuentra en la forma de rutinas organizacionales, procesos, prácticas y normas"⁴.

La tecnología como conjunto de conocimientos configura un sistema con sus propios procesos y su propia dinámica, en el que las innovaciones son los principales agentes de cambio. Son las innovaciones, como acciones sistemáticas e intencionales para introducir cambios o novedades, los elementos que están en la base de la dinámica de este sistema. Dinámica que se expresa en nuevos o mejores productos o procesos, nuevos mercados, pero también en nuevas actividades humanas o formas diferentes o mejoradas de hacer actividades ya establecidas. Innovaciones que son el resultado de la

corporación novedosa de conocimientos en las actividades humanas.

Las innovaciones "no sólo son el fruto de la investigación, sino también de la asimilación y adaptación de conocimientos desarrollados, dominados y aplicados eventualmente en otros campos de actividades, pero cuya puesta en práctica en un contexto organizativo, cultural, técnico o comercial diferente constituye una novedad"⁵. A nivel empresarial la innovación, como componente crucial de una estrategia competitiva, es el resultado de un proceso que combina elementos de la cultura y organización empresarial, la investigación y desarrollo, la transferencia de tecnología, la especialización y motivación de los recursos humanos, y el aprovechamiento de oportunidades tecnológicas y de mercado, entre otros aspectos afines⁶. Ella es hoy el activo corporativo más valioso para construir las ventajas competitivas sostenibles de una empresa. Como estrategia de desarrollo empresarial, la innovación no sólo está orienta-

EL GRAN CRECIMIENTO DE LA COMPETENCIA DE LOS PAÍSES DEL SUDESTE ASIÁTICO AFECTÓ SERIAMENTE EL SECTOR DE MANUFACTURA DE CUERO EN COLOMBIA. ESTA SITUACIÓN LLEVÓ A ASOCUEROS Y A SIETE EMPRESAS DE ESTE SECTOR A REVISAR SU ESTRATEGIA COMPETITIVA. EL CAMBIO MÁS IMPORTANTE DEL NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO FUE EL DE LA MENTALIDAD, TANTO DE LOS TRABAJADORES COMO DE LAS DIRECTIVAS PARA IMPLEMENTAR UNA NUEVA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

² Szabó, Z., "Seminario sobre gestión tecnológica", SENA, Medellín, 1995.

³ Waissbluth Mario, et al., "El paquete tecnológico y la innovación", BID-SECAB-CINDA (editores), "Conceptos generales de gestión tecnológica", Santiago de Chile, 1990.

⁴ Davenport, T., Prusak, L., *Working Knowledge*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1998

⁵ Morín, J., Seurat, R., *Gestión de los recursos tecnológicos*. Fundación COTEC para la innovación tecnológica, Madrid, 1998

da a la generación de nuevos productos y procesos, sino también a la adaptación y mejora de tecnologías, a la adopción de cambios en la cultura empresarial, en fin, a la introducción permanente de cambios que permitan incrementar la productividad y competitividad de las empresas⁷.

En una perspectiva global, la tecnología es un sistema que emerge de la sociedad como un producto social. Sistema derivado de la evolución de la sociedad como un proceso más amplio y complejo, en un marco humano, económico, científico, social y cultural configurado por la historia.

“El desarrollo tecnológico está regido por una clara intencionalidad social que resulta de la convergencia de intereses y objetivos de la sociedad en la cual se origina y despliega, de las características de ese entorno social y de los problemas y necesidades que dicha sociedad enfrenta en un momento histórico dado. La intencionalidad también se manifiesta en la utilización de la tecnología como un instrumento para implementar la voluntad de cambio de estructuras y procesos sociales, económicos y naturales”⁸. En el ámbito internacional se evidencia la intencionalidad en el desarrollo tecnológico, en la creación de los sistemas nacionales de innovación para articular en forma coherente las capacidades de organizaciones, instituciones, y de todos los agentes de cambio económico y tecnológico para la puesta en marcha de procesos de generación, utilización y difusión de innovaciones en la perspectiva de la satisfacción de aspiraciones y expectativas de desarrollo de los países. Por ello las características de la tecnología, y la apa-

rición y difusión del componente dinámico de este sistema, las innovaciones, no pueden examinarse únicamente en la dinámica interna de la tecnología como sistema, sino dentro del flujo global de cambios, donde el cambio tecnológico es sólo una de sus manifestaciones. Flujo que involucra los otros sistemas de actividades humanas, con los cuales la tecnología comparte características e influencias en el contexto en el cual se desarrolla y se aplica⁹.

Tanto el sistema social como el natural no son indiferentes a las intervenciones de la tecnología y reaccionan a ellas en una relación dialéctica y compleja. La concepción sistémica del desarrollo tecnológico y su interrelación con otros procesos sociales y con el sistema natural, constituyen una perspectiva crucial para la gestión tecnológica, y por lo tanto para el análisis e interpretación de su objeto de estudio: el desarrollo tecnológico.

Desarrollo Tecnológico

El desarrollo tecnológico o proceso de evolución de la tecnología, en el sentido más amplio, está relacionado con el desarrollo económico y de la sociedad en su totalidad, mientras que en sentido restringido, se refiere al cambio de la tecnología en una unidad productiva o en un proceso determinado.

En términos muy generales, el desarrollo tecnológico se puede considerar como el “proceso de desarrollo y perfección de la tecnología dentro de relaciones de producción determinadas”¹⁰. Ello implica la introducción y difusión de conocimientos incorporados en elemen-

tos materiales, equipos, dispositivos, o en métodos, procedimientos, procesos, en una actividad humana, proceso de producción, distribución o comercialización de bienes y servicios; lo cual se manifiesta en un mejoramiento de la actividad o proceso, un incremento de la productividad, en la creación de nuevos bienes y servicios o en el mejoramiento de su calidad.

El desarrollo tecnológico como proceso social está embebido en la trama de sucesos de la evolución de las sociedades, y muy estrechamente relacionado y determinado por el sistema económico; hasta el punto que hoy suele considerársele como un proceso endógeno de la dinámica del proceso de desarrollo económico. Es quizás este he-

⁶ Bernal, C. E., Morales A., “Investigación e innovación en ingeniería en Colombia”. Seminario “Ingeniería, Investigación y Sociedad”, Colciencias, Universidad de Antioquia, Rionegro – Antioquia, 1998.

⁷ COLCIENCIAS, “Plan estratégico del programa nacional de desarrollo tecnológico industrial y calidad, 2000-2010”, Santafé de Bogotá, mayo de 2000.

⁸ Bifani, P., “Cambio tecnológico y política científica y tecnológica”, Martínez E. (editor), “Estrategias, planificación y gestión de ciencia y tecnología”, Editorial Nueva Sociedad, Caracas, 1993.

⁹ Ibidem.

¹⁰ Martínez, E., “Progreso tecnológico: la economía clásica y la economía neoclásica tradicional”; Martínez, E. (editor) “Ciencia, Tecnología y Desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas”. Editorial Nueva Sociedad, Caracas, 1994.

CON EL PROYECTO "SISTEMA INTELIGENTE DE CONTROL DISTRIBUIDO PARA ASCENSORES" LA COMPAÑÍA DE SERVICIOS, COSERVICIOS S.A. DE MEDELLÍN DESARROLLÓ UN SISTEMA INTELIGENTE BASADO EN MICROPROCESADORES PARA ASCENSORES Y EN GENERAL PARA EQUIPOS DE TRANSPORTE VERTICAL. SU DESARROLLO TECNOLÓGICO CONSISTIÓ EN LLEVAR UN PRODUCTO DE MAYOR CALIDAD Y CONFIABILIDAD A UNA REDUCCIÓN EN LOS COSTOS DE LOS MATERIALES Y A UN MENOR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.



Fotografía: Camilo Gómez Durán. Archivo Colciencias

cho lo que explica que hayan sido los economistas los primeros en reflexionar sobre este proceso.

Los efectos o consecuencias del cambio tecnológico no han sido ignorados en las reflexiones teóricas y análisis del desarrollo económico. Kondratieff, por ejemplo, identificó el cambio tecnológico con los despliegues de los ciclos económicos que se han presentado en la producción capitalista, y Schumpeter asoció la aparición de estos ciclos a las innovaciones tecnológicas.

El cambio tecnológico en el marco de nuevas teorías

El abanico de teorías va desde las neomarxistas con Mandel, pasando por las "evolucionistas" de Nelson y Winter,

hasta las neoschumpeterianas de Mensch, Dosi, Freeman y Pérez entre otros. La mayoría de ellas le asignan un papel central a las innovaciones para explicar los ciclos económicos de Kondratieff, y en particular, los neoschumpeterianos le otorgan una importancia capital a la difusión de los nuevos sistemas tecnológicos y al agotamiento de los viejos en la estimulación del crecimiento económico en las ondas largas.

En el marco de las nuevas teorías, el cambio tecnológico es un proceso evolutivo e interactivo, en el que la tecnología evoluciona mediante formulaciones sucesivas de problemas técnicos y soluciones propuestas, y a diferencia de la concepción neoclásica se considera como un proceso que evoluciona con discontinuidades producidas por los cambios de paradigmas. En este nuevo

espacio de reflexiones sobre el desarrollo tecnológico se concibieron las innovaciones como vinculadas entre sí, y se concentró el análisis en la estructura que rige tales vínculos, más que en las innovaciones, supuestamente independientes, que forman parte de dicha estructura¹¹.

La perspectiva evolucionista del cambio tecnológico se inició con los trabajos de Nelson y Winter, y se continuó desarrollando con el concepto de los paradigmas tecnológicos aportados por Dosi. Nelson y Winter utilizan los con-

¹¹ Cassiolato, J. E., "Innovación y cambio tecnológico", Martínez E. (editor), "Ciencia, Tecnología y Desarrollo: Interrelaciones teóricas y metodológicas", Editorial Nueva Sociedad, Caracas, 1994.

ceptos de regímenes tecnológicos y trayectorias tecnológicas, para referirse a la estructura intelectual que guía el cambio tecnológico en un sector y a la ruta correspondiente por la que transita el cambio, respectivamente.

La conceptualización de tecnología y del cambio tecnológico basada en paradigmas, ayuda a resolver un viejo debate sobre la importancia del mercado y del conocimiento científico y tecnológico en la generación de las inno-

vaciones, otorgándole a cada uno de estos factores su papel en la configuración, ritmo y trayectoria del cambio tecnológico. Cada paradigma tecnológico, como modelo o patrón de solución de los problemas tecnológicos, o como conjunto de conocimientos y reglas, determina tanto las posibilidades u opciones del progreso tecnológico como los límites dentro de los cuales, variables del entorno como la demanda, los precios relativos o la aceptabilidad social ejercen sus influencias. Los paradigmas explican en cierto sentido los imperativos tecnológicos –posibilidades de dirección del cambio tecnológico o lo que es factible intentar–, los cuales establecen la inevitabilidad de la búsqueda de las innovaciones en ciertas direcciones permitidas por los conocimientos que configuran el paradigma.

En el ámbito de esta perspectiva del desarrollo tecnológico, se plantea también que el desarrollo económico de los países capitalistas, desde lo que se conoce como revolución industrial en Inglaterra hasta hoy, se ha dado por ciclos con períodos de auge y de depresión que se repiten aproximadamente cada 50 a 60 años de acuerdo con la evidencia empírica registrada por KondrafiEFF. Esos modos de desarrollo económico se consideran impulsados por un *paradigma tecnoeconómico* configurado alrededor de una revolución tecnológica. La producción textil mecanizada, el modo de producción organizado alrededor del motor eléctrico y el motor de combustión interna, y la producción en línea y masiva, intensiva en uso de material y energía, son tres ejemplos de paradigmas tecnoeconómicos por los que ha evolucionado la producción capitalista.



INTEGRAL S.A. ES UNA EMPRESA DEDICADA A LA INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS, TRANSPORTE, INDUSTRIA DE PROCESOS, INTERVENTORÍA Y OBRAS CIVILES. ESTA EMPRESA DECIDIÓ MODERNIZAR TODA SU INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA Y LLEVAR A CABO UN PROFUNDO CAMBIO EN SU CULTURA EMPRESARIAL, PARA AFIANZARSE EN EL MANEJO Y DOMINIO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS BASADAS EN LA ELECTRÓNICA, LAS TELECOMUNICACIONES Y LA INFORMÁTICA.

Fotografía cortesía: Integral S.A.

La difusión o despliegue de cada *revolución tecnológica*, conformada por una constelación de sistemas tecnológicos –familia de tecnologías interrelacionadas– con una dinámica común que afecta todo el aparato productivo, se interpreta que es guiada por un paradigma tecnoeconómico. Es orientada por un conjunto de conocimientos, reglas, modelos, valores y procedimientos que configuran una lógica general para la toma no sólo de decisiones de inversión sino también sobre las innovaciones y los cambios tecnológicos. Se dice que es tal la fuerza de ese conjunto de criterios e ideas para la toma de decisiones en la práctica productiva óptima y la gestión de la producción, que resulta penetrando la conciencia colectiva y convirtiéndose casi en sentido común de científicos, ingenieros, gerentes, inversionistas y de todos los que se vinculan a las actividades económicas. Las revoluciones tecnológicas conducen a profundos cambios estructurales, no sólo en el modo de producir y el modo de vivir sino también en la geografía económica mundial. Ellas requieren de nuevos marcos socioinstitucionales, los cuales se producen mediante transformaciones en el terreno de lo social, lo organizativo y regulatorio; a todos los niveles, desde la empresa pasando por el Estado, hasta las relaciones internacionales¹².

Los cambios producidos por un paradigma tecnoeconómico son complejos y trascienden los simples cambios técnicos. El universo de cambios comprende un nuevo concepto de eficiencia y organización de la producción, nuevo modelo de gerencia y organización empresarial, perfiles diferentes de la fuerza de trabajo, maneras diferentes de hacer

el trabajo, nuevos patrones de inversión, reconcepción de las escalas óptimas de producción, nuevas industrias y actividades económicas, nuevo patrón de localización geográfica de la inversión, en fin, unas nuevas relaciones y prácticas sociales. Pero estas transformaciones no se limitan al ámbito del sistema económico, sino que se extienden también al marco socio-institucional y a toda la sociedad. Los paradigmas tecnoeconómicos generan imperativos sociales, requisitos o condiciones del entorno social que son imprescindibles para el funcionamiento del modo de producción impulsado por el paradigma¹³. Las instituciones sociales y el marco general de regulación deben transformarse mediante vastas innovaciones socio-institucionales que faciliten el establecimiento de nuevas reglas de juego, nuevos mecanismos de regulación y nuevas instituciones, y por lo tanto, la estructuración de un contexto coherente con el nuevo paradigma.

Son visibles los síntomas de agotamiento del último paradigma tecnoeconómico y la transición hacia uno nuevo producido por la revolución tecnológica motivada por los desarrollos tecnológicos en la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones. Las tecnologías que se han usado con el último paradigma han alcanzado su madurez y agotado sus posibilidades de innovaciones incrementales de acuerdo con los límites de sus propias trayectorias. Se reconoce hoy la capacidad que tienen las tecnologías de la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones para superar las limitaciones enfrentadas por el paradigma anterior y la oportunidad inédita de de-

sarrollo de nuevas trayectorias tecnológicas que generen nuevos productos, nuevos servicios, nuevas industrias y el aumento de la productividad, aún en las viejas actividades productivas y en las tecnologías maduras¹⁴.

El ciclo de vida de la tecnología

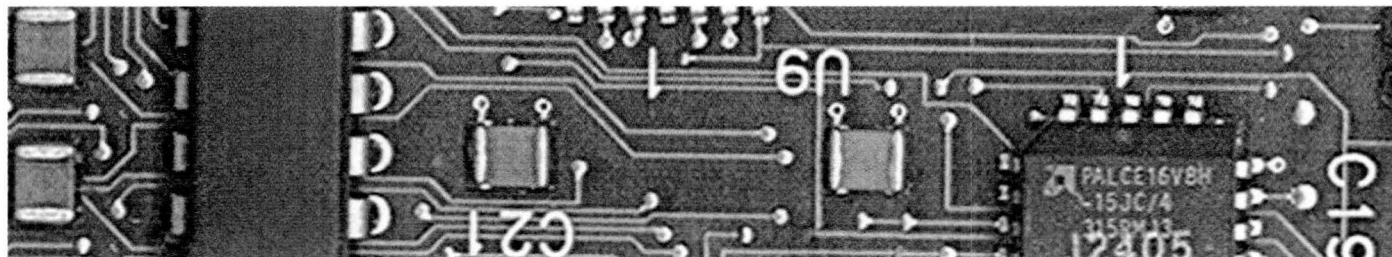
Una tecnología tiene un ciclo de vida o de existencia. Evoluciona en una secuencia de estados, es decir, se le puede asociar una gestación, un nacimiento, un crecimiento y desarrollo y una muerte u obsolescencia.

La gestación está asociada con la idea de un nuevo producto, proceso o una nueva manera de realizar actividades establecidas, y está íntimamente vinculada con las oportunidades tecnológicas y necesidades y deseos existentes o latentes. Como resultado de la gestación se obtiene el *invento*, a través de un proceso que involucra todos los esfuerzos orientados a la creación de nuevas ideas y al logro de su funcionamiento y utili-

¹² Pérez, C., "Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto", en "El sistema internacional y América Latina, la tercera revolución industrial, impactos internacionales del actual viraje tecnológico", Grupo Editor Latinoamericano, 1986.

¹³ Winner, L., *Tecnología autónoma*, Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1979.

¹⁴ Pérez, C. 1986. Op cit.



dad¹⁵. El nacimiento lo constituye la *innovación radical*, definida ésta como la primera aplicación de la invención, en un proceso productivo o en el mercado. La innovación es un hecho económico, mientras el invento es tecnocientífico. Esta innovación que pone en el mercado o en el sistema productivo un producto o proceso verdaderamente novedoso, no surge como una transformación de una tecnología existente. “Es prácticamente imposible que resulte de los esfuerzos por mejorar una tecnología existente”¹⁶. Ellas generan verdaderas transformaciones en la economía y la sociedad, pues los nuevos rumbos tecnológicos que inauguran no sólo dan nacimiento a nuevas industrias y actividades económicas, sino también a nuevas instituciones y relaciones sociales.

El crecimiento y desarrollo lo experimenta la tecnología con la adopción, propagación o difusión masiva de la innovación radical. La difusión, que transforma una innovación radical en un fenómeno económico-social, es un proceso que se lleva a cabo a ritmo variable y en el cual influyen variables sociales, económicas, políticas y de mercado.

A medida que una tecnología se difunde experimenta sucesivas mejoras o cambios. Estos cambios introducidos deliberadamente se denominan *innovaciones incrementales*. Con ellas están asociados la disminución de los costos y

el aumento de la productividad en los procesos productivos, y el mejoramiento del desempeño de los productos tecnológicos o el aumento de la gama de sus posibles aplicaciones. La velocidad de introducción de las innovaciones incrementales en una tecnología es variable. En los primeros años o infancia de la tecnología este ritmo es lento, luego se acelera en la adolescencia, para finalmente decrecer cuando ella se hace madura. Este límite en el potencial de cambio o mejora de una tecnología es lo que estimula el surgimiento de innovaciones radicales.

La muerte u obsolescencia de una tecnología se vislumbra cuando las empresas que las usan van agotando las posibilidades de innovaciones incrementales, viendo estancarse su productividad y amenazados sus niveles de rentabilidad. En estas condiciones se abandona gradualmente del aparato productivo una tecnología y se adopta una nueva. Justamente este proceso de abandono de un modelo productivo por uno nuevo caracteriza el descenso de las ondas largas de Kondratieff¹⁷. La muerte u obsolescencia de una tecnología se puede presentar en cualquier momento de su ciclo de vida. La tecnología puede morir aún en su infancia, si es sustituida por una tecnología que tiene un mejor desempeño o una mayor aceptación social.

Modelos de innovación

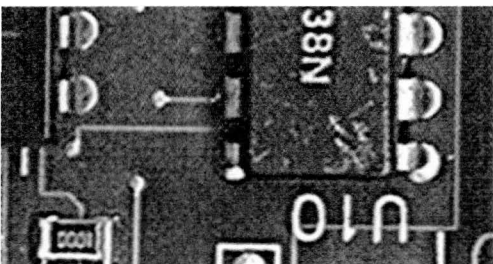
En los intentos de definir los elementos del proceso de innovación radical y los factores que influyen e inducen a la actividad innovadora, se encuentran en la literatura económica dos perspectivas antagónicas: las fuerzas del mercado como el principal determinante de las innovaciones y el desarrollo de ellas como un proceso autónomo vinculado al desarrollo del conocimiento científico y tecnológico.

El elemento común de estos modelos es la concepción del desarrollo tecnológico como un proceso lineal-secuencial, en la que se interpreta que la innovación es un proceso que encadena en una secuencia lineal la investigación básica, la investigación aplicada, el desarrollo experimental, la producción y la comercialización. Modelo que supone la finalización de una etapa precedente para iniciar la siguiente. Según estos modelos, el proceso de innovación radical se “entuba” y se conduce en un flujo lineal desde la investigación básica hasta la aplicación industrial y

¹⁵ Roberts, E. B., “What we’ve learned managing invention and innovation”, IEEE Engineering Management Review, vol 17 No 1, march, 1989

¹⁶ Pérez, C. 1986. Op cit.

¹⁷ Ibidem



su difusión. La diferencia estriba en que un modelo supone que la demanda del mercado es la que origina el proceso mientras el otro se lo asigna a los descubrimientos¹⁸.

El modelo basado en el empuje del conocimiento científico y tecnológico enfatiza el rol de la ciencia en la producción de los inventos o la dependencia de los inventos de anteriores adelantos en la tecnología, en cambio el modelo de arrastre de la demanda acentúa la necesidad percibida y la evaluación de necesidades potenciales o latentes como el evento que precede la secuencia invención-innovación.

Ambos modelos son simplificaciones teóricas que no pueden explicar satisfactoriamente detalles del proceso del cambio tecnológico y las causas de las innovaciones. Algunos estudios empíricos confirman indistintamente ambas hipótesis básicas, mientras que otros reconocen la variabilidad de la génesis del proceso entre el descubrimiento y la necesidad percibida; comprobándose con ello las limitaciones de los modelos lineales secuenciales tradicionales. En su lugar, se ha propuesto que el proceso de innovación sea considerado como un flujo concurrente e interactivo de eventos, que incluye tanto eventos técnicos como sociales¹⁹, sin que exista necesariamente un evento privilegiado que inicie el proceso.

Ya Schumpeter había señalado que no existía una conexión necesaria entre invención e innovación radical. Si bien una innovación puede incorporar un gran número de invenciones de componentes, materiales y subsistemas, ellas también pueden resultar de una nueva combinación, o de un nuevo uso de conocimiento técnico existente. Aunque se reconoce ampliamente que las invenciones surgen de fuentes variadas y difusas, en un juego complejo que interrelaciona la inspiración genial, una nueva combinación de elementos acumulados durante mucho tiempo, o la síntesis acumulativa de invenciones sencillas²⁰, se reconoce que es la selección social la que predomina finalmente en la generación y difusión de innovaciones. Por ello, es ingenuo pensar que la investigación científica y tecnológica genera los inventos que la industria recoge y convierte en innovaciones en forma automática²¹.

El proceso de innovación radical involucra todas las actividades para convertir en una realidad comercial una idea novedosa sobre un producto o proceso, pero estas actividades no se desarrollan necesariamente siguiendo un flujo lineal entre la investigación básica, concepción de la innovación y puesta en el mercado del producto de la innovación. Tampoco es plausible suponer que haya una nítida división social del trabajo en la innovación, con unas instituciones o actores especializados e independientes para ejecutar unas etapas como lo suponían los modelos lineales. División del trabajo donde las etapas del proceso de innovación pueden ubicarse en organizaciones distintas, y que asigna a los institutos o cen-

tros de investigación la supuesta misión de generar los inventos y a las empresas la tarea de su explotación comercial. Un modelo más realista es el que se apoya en la teoría de los paradigmas tecnológicos, que reconoce la variabilidad del origen de la innovación y que concibe el proceso de innovación como un flujo de actividades combinadas, integradas e interactivas para convertir en una realidad comercial un producto, servicio o proceso; en general, para hacer realidad una tecnología.

La innovación tecnológica es un proceso multietapa, con variaciones significativas en las actividades iniciales así como en los aspectos y problemas de gestión en sus etapas. Ella se realiza mediante esfuerzos técnicos llevados a cabo esencialmente en el contexto de una organización, pero involucra intensas interacciones con el entorno tecnológico y el mercado. En su desarrollo son críticas la búsqueda proactiva de los insumos del mercado y de contribuciones tecnológicas externas, y es inevitable la retroalimentación y la reiteración que ocurre entre sus etapas²².

El número preciso de las etapas que conforman el proceso es arbitrario, pero en términos generales involucra “la generación de una idea o un invento y

¹⁸ Martínez, E. 1994. Op cit.

¹⁹ Ibidem

²⁰ Usher, A., “A history of mechanical inventions”, Harvard U. P., Cambridge, Mass., EE.UU, 1954. (Citado por Martínez, 1994).

²¹ Martínez, 1994 Op cit.

²² Roberts, 1989 Op cit.

la conversión de la invención en un negocio u otra aplicación útil²³. Roberts, por ejemplo, considera el proceso integrado por: el reconocimiento de una oportunidad de mercado o tecnológica, la formulación de la idea de la innovación, solución del problema, solución del prototipo, desarrollo comercial, utilización y difusión. En cambio Rosenthal lo concibe, para el desarrollo de un nuevo producto industrial, conformado por la validación de la idea, el diseño conceptual, especificaciones y diseño del producto y del proceso, producción y pruebas de prototipos y manufactura y comercialización²⁴.

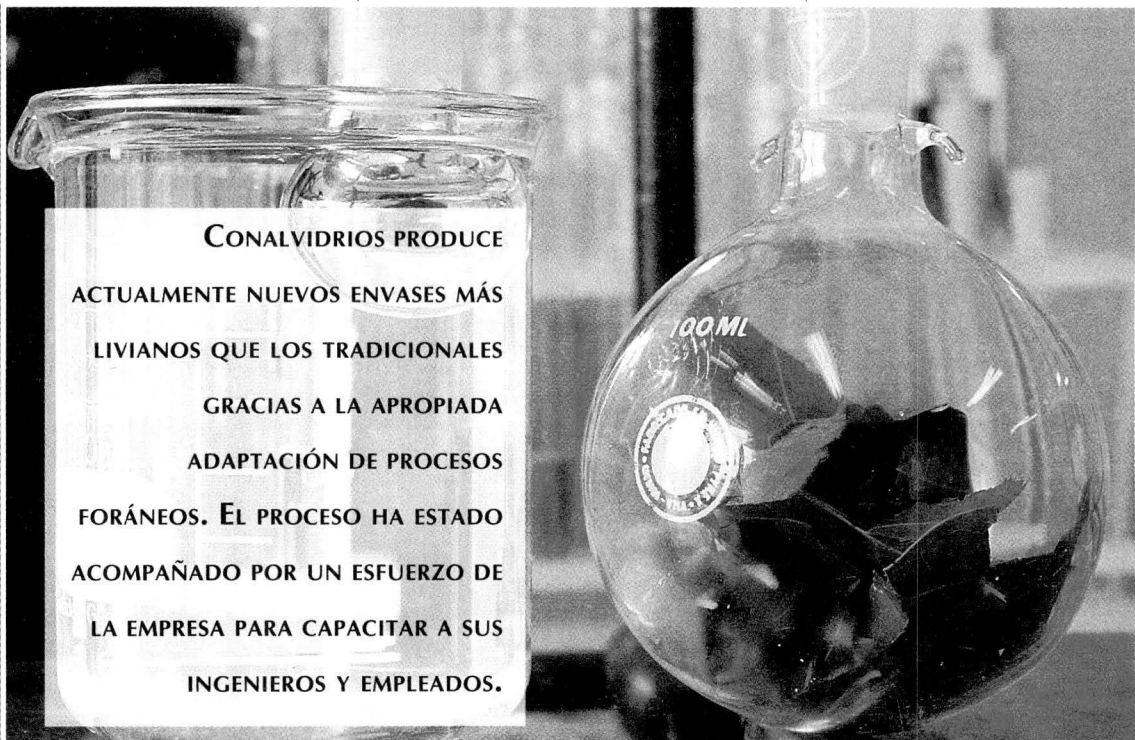
En síntesis, el proceso de innovación es un proceso multietapas interactivas, con una diversidad significativa de tareas específicas, así como de activida-

des gerenciales y prácticas de gestión tecnológica efectivas, que involucra una fuerte interacción con el entorno tecnológico y el mercado. Así mismo, que para que una innovación sea exitosa debe conjugar necesariamente la posibilidad técnica, su factibilidad económica y la aceptabilidad social.

Ese proceso integral-interactivo se lleva a cabo con un traslapo, o con cierto grado de simultaneidad en la ejecución de sus actividades y con la consideración simultánea de todas las interacciones y relaciones internas relevantes en el proceso y entre éste y su entorno. Es decir, *la innovación avanza a través de un flujo en codesarrollo y combinación de actividades y mediante el trabajo cooperativo o colaborativo de todos los actores que intervienen en*

una innovación. En algunos casos esta concurrencia de las fases llega inclusive a las fases ascendentes de la innovación: la investigación básica y la investigación aplicada, y a que en cualquier momento se retorne a actividades ya ejecutadas, pero también a la anticipación de otras que en la lógica secuencial se ubican en fases posteriores. El modelo integral-interactivo rompe la linealización de los modelos secuenciales y estructura el proceso de innovación en multietapas con un flujo natural de actividades interactivas, con cierto grado de iteración, que casi nunca avanza en secuencia lineal.

El otro aspecto relevante de este modelo integrado e interactivo de la innovación, es que a nivel empresarial no sólo se vinculan al proceso todas las unidades funcionales: investigación y desa-



**CONALVIDRIOS PRODUCE
ACTUALMENTE NUEVOS ENVASES MÁS
LIVIANOS QUE LOS TRADICIONALES
GRACIAS A LA APROPIADA
ADAPTACIÓN DE PROCESOS
FORÁNEOS. EL PROCESO HA ESTADO
ACOMPAÑADO POR UN ESFUERZO DE
LA EMPRESA PARA CAPACITAR A SUS
INGENIEROS Y EMPLEADOS.**

Fotografía: Camilo Gómez Durán. Archivo Colciencias

rollo, ingeniería y diseño, producción, marketing, finanzas, servicios, compras, etc., para poner al servicio de la innovación todas las capacidades tecnológicas de la organización, sino que también se involucra a potenciales usuarios, proveedores de tecnologías, asesores, centros e institutos de investigación, para disponer de aquellas capacidades tecnológicas que no se tienen, y para disminuir los riesgos y problemas técnicos y de mercado que son inherentes a toda innovación²⁵.

Este es un escenario conceptual claramente distinto del neoclásico, el cual provee una visión interpretativa de la naturaleza y dinámica del desarrollo tecnológico más integral, con la que se pueden orientar mejor las decisiones y acciones deliberadas relacionadas con el desarrollo, uso y difusión de la tecnología de un país, sector, organización o empresa. La complejidad y riesgos intrínsecos de la innovación, así como la importancia estratégica que ella tiene en la competitividad de empresas y naciones, hacen de la innovación un proceso clave que debe estar en el centro de la gestión empresarial e integrado a las estrategias competitivas, y por lo tanto planeado, organizado, dirigido, ejecutado, controlado y evaluado; en síntesis, gestionado.

Gestión Tecnológica

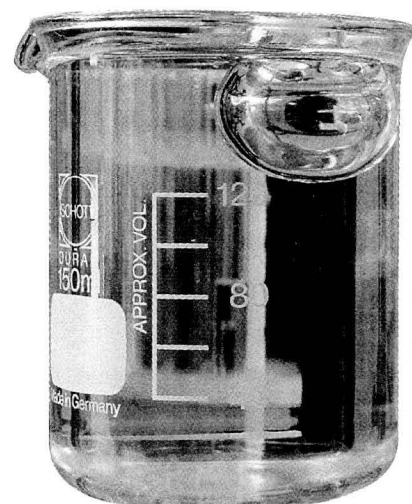
¿Qué es gestión tecnológica? ¿Cuál es su ámbito de problemas? ¿Cuál es el alcance de las actividades de gestión tecnológica? ¿Quién y con cuáles conocimientos y competencias se ocupa de estas actividades en las organizaciones? Son preguntas que todavía no tienen una

respuesta definitiva por lo reciente de las reflexiones sobre ellas, así como por la dependencia que tienen de los cambios en conocimientos, reglas, modelos, valores y procedimientos requeridos para configurar la nueva lógica general que guiará las prácticas de gestión empresarial en el contexto del nuevo paradigma tecnoeconómico.

La complejidad y velocidad de los cambios que se están produciendo, el uso intensivo de conocimientos y la innovación como factores dominantes y responsables del éxito de las empresas en el nuevo ambiente empresarial, demandan nuevas prácticas de gestión. Nuevas lógicas y procesos de gestión para la efectiva producción e incorporación de conocimientos a las actividades de la empresa y la integración de estrategias tecnológicas en las estrategias empresariales para crear ventajas sostenibles y prosperidad. Esta necesidad de búsqueda intencionada y sistemática del desarrollo de innovaciones al ritmo impuesto por la velocidad de cambios de conocimientos y del mercado, están promoviendo a la gestión tecnológica como la función más importante en la gestión empresarial, por ser ella la responsable de la gestión del recurso clave para la competitividad: *el conocimiento*.

En la literatura no se encuentra una definición universalmente acepta-

“UNA TECNOLOGÍA TIENE UN CICLO DE VIDA O DE EXISTENCIA”.



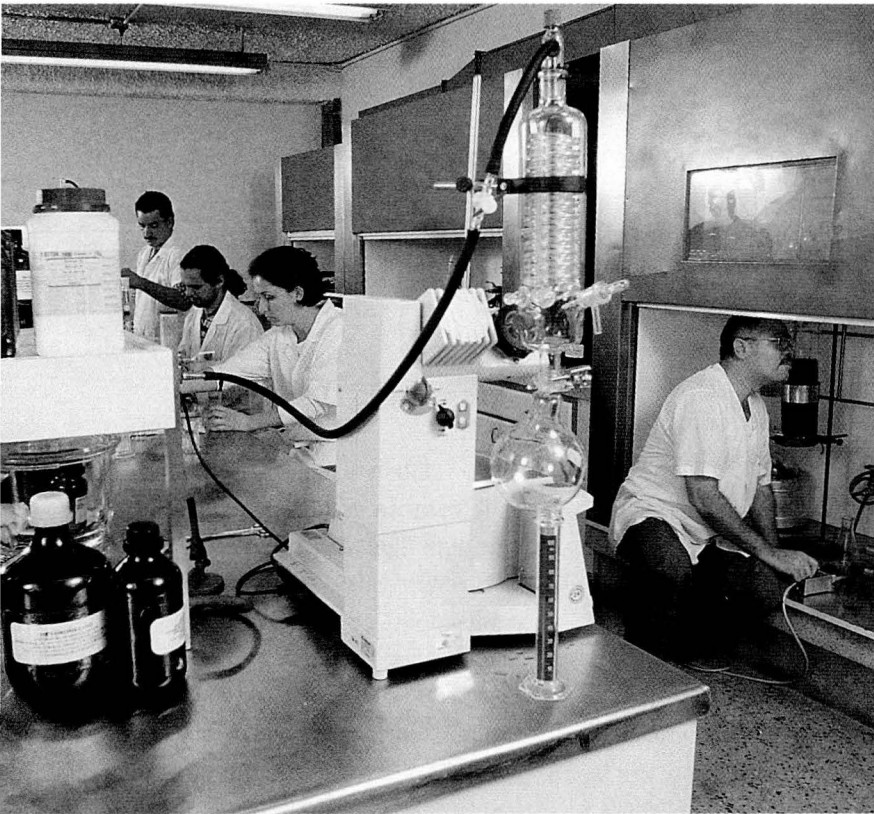
da para gestión tecnológica. “Para muchos significa gestión de ingeniería. Para otros significa gestión de información, gestión de la investigación, gestión del desarrollo, gestión de operaciones de manufactura, gestión de actividades de ingenieros y científicos, o gestión de actividades funcionales sin importar el espectro total de actividades que abarcan los procesos empresariales desde el concepto del negocio hasta la comercialización”²⁶. Lo que si se observa en la práctica de la gestión tecnológica es una evolución desde el alcance limitado de la gestión de la investigación y desarrollo, a una función integradora y holística que extiende sus actividades a diseño, manufactura, mercadeo, ventas, distri-

²³ Ibidem

²⁴ Rosenthal, S. R., *Diseño y desarrollo eficaces del nuevo producto*, McGraw-Hill, México, 1997.

²⁵ Ibidem

²⁶ Gaynor, G., “Management of Technology: description, scope, and implications”, Gaynor, H., “Handbook of Technology Management”, McGraw-Hill, New York, 1996.



■
“TANTO EL PROCESO DE
GESTIÓN COMO EL DE DESARROLLO
TECNOLÓGICOS SÓLO PUEDEN DARSE
CON EL DOMINIO DE
CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y
DESTREZAS. ESTAS CAPACIDADES
HACEN PARTE DEL CONJUNTO DE
MEDIOS MATERIALES (MAQUINARIAS,
EQUIPOS Y DE ELEMENTOS
INMATERIALES COMO LA PROPIEDAD
INTELLECTUAL, LAS BASES DE DATOS Y
LOS CONOCIMIENTOS”.

bución, servicio al cliente, sistemas de información, recursos humanos, finanzas, compras, clientes, proveedores, relaciones públicas y administración general²⁷. Es decir, la gestión tecnológica en las organizaciones está evolucionando hacia un sistema de gestión que cumple una función integradora y holística en la gestión empresarial.

Es justamente con esa interpretación sistémica y holística que se abordará en este artículo la gestión tecnológica. Ella será concebida como un sistema de conocimientos, pero también como un sistema configurado por un conjunto de procesos interrelacionados e integrados para la producción de innovaciones en la perspectiva del desarrollo de países y empresas.

La gestión tecnológica: un sistema de conocimientos

La gestión tecnológica es conocimiento y es una práctica. Es un sistema de conocimientos o región de conocimientos, en los términos que plantea Mario Díaz (1995) la organización del conocimiento; constituido por conceptos, proposiciones sobre relaciones entre estos conceptos, modelos y teorías sobre los procesos de toma de decisiones y ejecución de acciones en organizaciones empresariales y sociales, instituciones, países, etc. Es un sistema de conocimientos y prácticas relacionados con los procesos de creación, desarrollo, transferencia y uso de la tecnología. Pero la gestión tecnológica no es un campo

de saber meramente especulativo sobre la tecnología y su desarrollo. Es también una práctica soportada en un conocimiento derivado del análisis e interpretación de las observaciones del comportamiento del desarrollo tecnológico como proceso social y resultado de las observaciones de este proceso en organizaciones y países, y de su relación con el proceso de desarrollo global de las sociedades modernas.

La gestión tecnológica como “dominio” de explicaciones, como conjunto de conocimientos que la identifican, es una reconstrucción o reformulación interpretativa de los procesos de generación, transformación y difusión de la tecnología, que a su vez constituye y determina también un “dominio” de ac-

ciones legítimas y de prácticas profesionales para la intervención de estos procesos. Estos dominios, el teórico y el de la práctica, constituyen una unidad dialéctica. Las teorizaciones se desarrollan sobre las prácticas de decisiones y actividades tecnológicas, es decir la práctica como origen del conocimiento, y este conocimiento, configurado en modelos de las mejores prácticas, sirve como guía de la práctica de la gestión de los procesos del desarrollo tecnológico.

Los procesos objeto de estudio de la gestión tecnológica, en tanto procesos sociales, son procesos complejos, multidimensionales, inseparables de su contexto y de la globalidad de los procesos sociales; y por lo tanto, sus estados y características involucran dimensiones históricas, económicas y sociológicas. Si bien ellos han sido considerados bajo ángulos y perspectivas distintas por disciplinas como la historia, la economía, la sociología, la psicología, cada una con su enfoque particular y sin pretensión alguna de una explicación total, es la gestión tecnológica como región de saberes, como un campo de conocimiento transdisciplinar, la que conjuga y relaciona estos saberes parcelados, mediante su recomposición y recontextualización, para construir una mejor visión que incorpora la totalidad de características del proceso.

En la dimensión económica del desarrollo tecnológico, afirma Katz, resulta obvio que no pueden usarse los mismos modelos teóricos para describir las complejidades e idiosincrasia de sociedades con grados extremadamente diferentes de madurez y desarrollo económico. “La organización de la producción en el ámbito de la empresa, la extensión de los mercados, su fraccio-

namiento y grado de imperfección, la naturaleza y comportamiento de las instituciones encargadas de la regulación, entre otras variables, son diferentes entre países, y resulta difícil aceptar que un sólo modelo pudiera utilizarse con la misma eficacia para comprender y dar cuenta del desarrollo tecnológico de las sociedades que difieren en aspectos importantes de su organización social”²⁸.

El Proceso de Gestión Tecnológica

En el “dominio” de la práctica, las actividades de la gestión tecnológica configuran un proceso global cuyo objetivo último es la incorporación deliberada y sistemática del cambio tecnológico para el desarrollo de países, empresas u organizaciones. En este sentido la gestión tecnológica se asume como el “proceso de adopción y ejecución de decisiones sobre políticas, planes, estrategias y acciones relacionadas con la creación, difusión y uso de la tecnología”²⁹. El proceso incluye, además de los procesos de toma de decisiones, los procesos de coordinación de la ejecución de estas decisiones y los procedimientos mismos de operación para la ejecución de las decisiones. Procesos que están integrados por actividades que pueden catalogarse, de acuerdo con la clasificación tradicional, como gerenciales, administrativas y operativas propiamente dichas.

El proceso de gestión tecnológica, así como su objeto —el proceso de desarrollo tecnológico— y el uso de la tecnología misma, sólo pueden darse con el dominio de conocimientos, habilidades y destrezas asociados a esos procesos. Estas capacidades tecnológicas son las que posibilitan y soportan todas las ac-

tividades involucradas en el desarrollo tecnológico, pero también todo lo que una organización o empresa hace en su cadena de valor. Ellas hacen parte de los recursos tecnológicos junto con el conjunto de medios materiales (maquinarias, equipos) y otros elementos inmateriales como la propiedad intelectual, las bases de datos y de conocimientos. Son estas capacidades las que sustentan las características de los productos y servicios, los procesos y métodos de producción, los materiales que se usan, los métodos de organización, y los procesos gerenciales y administrativos; y con las cuales se operan, mejoran, transforman, reemplazan y crean los sistemas productivos y los productos. “El desarrollo y consolidación de tales capacidades permite saber acerca de las tecnologías que se requieren, acerca de cómo evaluarlas y comprarlas y acerca de la manera de usarlas, mejorarlas y adaptarlas, o de crearlas si fuera el caso”³⁰.

En esta perspectiva, el desarrollo, uso y consolidación de las capacidades tecnológicas pasa a tener una importancia capital en la gestión de la tecnolo-

²⁷ Ibidem

²⁸ Katz, J., “Tecnología, economía e industrialización”, Jean-Jacques Salomon y otros (Compiladores), “Una búsqueda incierta: Ciencia, Tecnología y Desarrollo”, Fondo de Cultura Económica, México, 1996.

²⁹ Szabó, Z. 1995. Op cit.

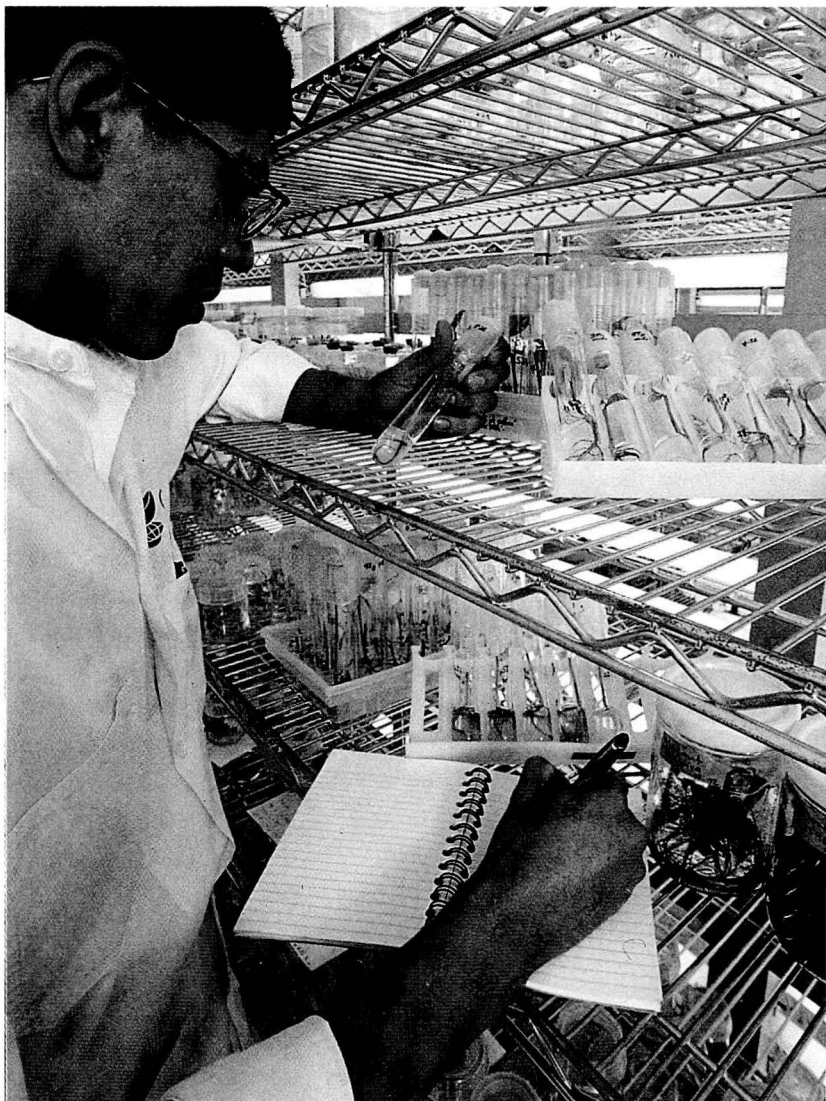
³⁰ Avalos, I., “Aproximación a la gerencia de la tecnología en la empresa”, Martínez E. (editor), “Estrategias, planificación y gestión de ciencia y tecnología”, Editorial Nueva Sociedad, Caracas Venezuela, 1993.

gía. Se hace mucho más relevante esta función de la gestión tecnológica partiendo del reconocimiento de que los recursos tecnológicos son los elementos esenciales que habilitan a las empresas y países para participar en forma estable y creciente en los mercados. Son ellos los que le permiten a empresas y países desarrollar competencias distintivas con las cuales construyen y sostienen su competitividad³¹. Y es justamente con esta interpretación que se la ha otorgado a la gestión tecnológica no sólo el papel motor en la gestión moderna de las organizaciones, sino también el rol de función institucional holística e integradora en términos organizativos de la gestión empresarial.

La Gestión Tecnológica en el Sistema Nacional de Innovación. La gestión tecnológica se realiza a diferentes niveles en el sistema de innovación de los países, y la lógica y los objetivos generales de los procesos de gestión son los mismos, independientemente de donde se localicen dichos procesos, ya sea en el sector productivo o en las entidades de la infraestructura científico- tecnológica.

En la infraestructura científica y tecnológica del sistema nacional de innovación —configurada por los centros de investigación y desarrollo tecnológico, las instituciones y entidades de servicios tecnológicos, las instituciones educativas, etc.—, la gestión tecnológica se expresa en planes, políticas, programas y acciones, alineados con los planes y políticas nacionales formulados sobre la base de atender los problemas y necesidades sociales y del sector productivo. Si bien estas organizaciones se concentran en la gestión de proyectos para la producción de conocimiento —su pro-

Fotografía: Camilo Gómez Durán. Archivo Colciencias



■

“EL DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN DE TALES CAPACIDADES PERMITE SABER ACERCA DE LAS TECNOLOGÍAS QUE SE REQUIEREN, ACERCA DE COMO EVALUARLAS Y COMPRARLAS Y ACERCA DE LA MANERA DE USARLAS, MEJORARLAS Y ADAPTARLAS, O DE CREARLAS SI FUERA EL CASO”.

ducto esencial —también en ellas se realizan todas las actividades de gestión tecnológica, sólo que se hacen más frecuentes e intensivas y tienen un peso relativo más alto las actividades de gestión tecnológica relacionadas con la investigación y desarrollo. Por ello, es aplicable en estas entidades las prácticas y procesos de gestión tecnológica que se ejecutan en las empresas con las singularidades propias de la naturaleza de los procesos que ellas desarrollan y los insumos y recursos que utilizan.

La Gestión Tecnológica en la Empresa. En una empresa que ha incorporado la gestión tecnológica en su cultura, las actividades propias de gestión tecnológica están incorporadas en su cadena de valor y son realizadas en forma sistemática a través de unos procesos básicos que desarrollan las funciones de gestión tecnológica. Procesos que integran infraestructura y recursos disponibles en las empresas en el cumplimiento de sus propósitos, objetivos, estrategias y operaciones; y que involucran también el uso de vínculos de datos, información, conocimientos y la interacción social de personas en la búsqueda de solución de problemas y desarrollo de innovaciones³². Entre estos procesos pueden mencionarse: la gestión del conocimiento, el monitoreo e inteligencia tecnoeconómica, la evaluación de alternativas tecnológicas, la negociación de tecnología, la transferencia de tecnología, la asimilación y adaptación, y la creación de tecnología o investigación y desarrollo. En términos generales estos procesos involucran funciones como: “identificación, evaluación y selección de tecnologías, desagregación de paquetes tecnológicos, negociación de tecno-

logías, construcción y puesta en marcha de sistemas productivos, uso y asimilación de tecnologías, adaptación y mejoramiento de la tecnología, generación y comercialización de nuevas tecnologías”³³.

Ávalos (1993) distingue tres ámbitos de la gestión tecnológica en la empresa: el de la adquisición, el de su uso propiamente dicho y el de la realización de actividades de investigación y desarrollo, en los que ubica algunas de las funciones de gestión tecnológica antes señaladas.

La adquisición de tecnología tiene un papel importante en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas y por ello se le asigna el propósito general de convertir los procesos de compra de tecnología en procesos que permitan la transferencia de tecnología; orientando la gestión a adquirir las capacidades tecnológicas para usar adecuadamente la tecnología, adaptarla y mejorarla, más que a adquirir una capacidad productiva. En las etapas globales para la adquisición de tecnología, Ávalos incluye: búsqueda de información, selección, evaluación, negociación y adopción de tecnología; y considera fundamentales para el proceso de adopción, el diseño de ingeniería, la compra de maquinaria y equipos, la construcción, montaje, prueba y puesta en marcha de los sistemas productivos.

Destaca también Ávalos la necesidad de hacer gestión tecnológica durante el uso de la tecnología, desarrollando estrategias diseñadas para convertir la experiencia en producción y mantenimiento, en procesos de aprendizaje deliberados, mediante la observación, registro y análisis de esa experiencia. O sea, que la gestión tecnológica en el uso de la tecnología, tiene el objetivo de usar

deliberadamente la experiencia como fuente de aprendizaje consciente, racionalizándola para adquirir conocimientos complementarios a los que recibió del proveedor de tecnología; que le permitan su asimilación plena y lograr así una explotación de su máximo potencial, con la optimización, adecuación y adaptación a las condiciones cambiantes del mercado donde opera.

En la gestión de la investigación y desarrollo, la empresa debe realizar actividades de gestión tecnológica a fin de crear nuevos y mejores productos y procesos, pero también actividades para el mejoramiento de los productos y procesos existentes a través de programas de mejoramiento continuo o actividades propias de un sistema de aseguramiento y mejoramiento de la calidad. La empresa puede desarrollar actividades de gestión de la investigación y desarrollo, así no disponga de una unidad especializada dentro de la organización para realizarlas, si ha desarrollado capacidades de vinculación con unidades de la infraestructura del sistema de innovación. Pero cualquiera sea el estado de desarrollo y madurez de la gestión tecnológica en la empresa, los procesos genéricos que debe ejecutar en el ámbito de la investigación y desarrollo son similares a las de un instituto o centro de desarrollo tecno-

³¹ Bessant, J., “Impacto en la industria de la gestión tecnológica”, Segundo seminario internacional de “Gestión tecnológica: Estrategia e innovación tecnológica”, Universidad de Los Andes – Colciencias, Bogotá, 1995.

³² Gaynor, G. 1996. Op cit.

³³ Avalos, I. 1993. Op cit.

lógico, pero con un portafolio de proyectos de una alta composición de proyectos de desarrollo de nuevos productos y procesos, más que de proyectos de investigación básica y aplicada.

La gestión de la innovación tecnológica en las empresas no se reduce únicamente al ámbito de la investigación y desarrollo de los productos y procesos productivos. Ella se extiende a todas las actividades de la cadena de valor donde se pueda mejorar la productividad y la competitividad. “Una empresa ya no puede basar su competitividad exclusivamente en la innovación de sus procesos sustantivos. Las funciones de apoyo al adquirir un carácter estratégico, también deben incorporar innovaciones”³⁴. Son múltiples las posibilidades de innovación en estas otras actividades, aunque en la práctica son más visibles las que se logran en los cambios

organizacionales, las que se producen con los programas de aseguramiento de la calidad, las que se buscan con los programas de reducción de desperdicios de insumos y materias primas, las que se persiguen con los programas de incremento de la eficiencia en el uso de energía, e inclusive, las que se introducen con los cambios de estilos y prácticas gerenciales y administrativas.

El valor estratégico que tiene el conocimiento en la construcción y sostenimiento de la competitividad en una economía basada en el conocimiento hace del proceso de gestión del conocimiento un proceso clave en la gestión tecnológica de la empresa. La empresa debe sistematizar deliberadamente los esfuerzos para encontrar, reunir y organizar el capital intelectual —conocimiento— que hay en ella³⁵, para usarlo en la creación de valor y de ventajas

competitivas. Ella debe aprender a mejorar el conocimiento actual, aprender a crear un nuevo conocimiento y a difundirlo o transferirlo a donde se requiera en la organización³⁶. Este proceso tiene el propósito de hacer de la empresa una organización inteligente que sea capaz de tomar decisiones rápidas para responder oportunamente a los cambios que se producen en el entorno: cambios económicos, cambios demográficos, cambios tecnológicos, cambios en el mercado y muy especialmente cambios en los gustos, necesidades y expectativas de los clientes.

Como soporte del proceso de gestión del conocimiento, la empresa debe disponer de un sistema nervioso digital, equivalente al sistema nervioso biológico, que sea capaz de aportar un flujo de información bien integrado al lugar oportuno de la organización y en el

Conclusiones

Una gran conclusión que se deriva de esta síntesis es que la tecnología es un sistema de conocimientos que evoluciona en estrecha relación e influencias con otros procesos sociales, con grandes discontinuidades y guiado por paradigmas tecnoeconómicos. Proceso de evolución que genera profundas y complejas transformaciones en la sociedad con efectos dramáticos, y que requiere de un marco socio-institucional que moldea, selecciona, regula y orienta el rumbo definitivo del potencial que ofrece cada paradigma tecnoeconómico.

Hoy es más evidente que el desarrollo tecnológico está regido por una clara intencionalidad social que conjuga intereses y objetivos de los distintos actores que en él intervienen; y que es usado como un instrumento para implementar la voluntad de cambio de estructuras y procesos sociales, económicos y naturales. Y si bien el proceso de desarrollo tecnológico se encuentra embebido en la trama de sucesos de la evolución de las sociedades, suele considerarse actualmen-

te como un proceso endógeno del proceso de desarrollo económico, y como un proceso no lineal que avanza con discontinuidades producidas por los cambios de paradigmas.

Del análisis del desarrollo tecnológico y de los modelos analíticos de la innovación se colige que los procesos de innovación son los principales agentes del cambio tecnológico. Innovaciones que hoy se interpretan como procesos integrados por un conjunto de múltiples etapas interactivas, con una diversidad de tareas específicas y de prácticas gerenciales y administrativas, y que involucran una fuerte interacción con el entorno tecnológico y el mercado. El otro aspecto relevante de este proceso es el que las empresas no sólo se vinculan prácticamente todas las unidades funcionales, sino que también se involucran a potenciales usuarios y proveedores de tecnologías, asesores, centros e instituciones de investigación y desarrollo, para acceder a capacidades que no se tienen en la organización, en la perspectiva de disminuir los riesgos y problemas y asegurar el éxito de las innovaciones.

momento oportuno³⁷. Sistema que integre las fuentes de información corporativa y las fuentes externas, y permita encadenar estrechamente la base de conocimiento de la empresa y la inteligencia de las personas para obtener y transformar información en conocimiento y en acción inmediata para crear valor; todo ello en la perspectiva de construir una ventaja competitiva.

El proceso de gestión del conocimiento en su objetivo de crear valor a partir del empleo e incremento del conocimiento estratégico que posee una organización, debe integrar virtualmente los procesos de socialización, externalización, combinación e internalización del conocimiento para aumentar la base de conocimiento, con los procesos de recolección, creación, distribución y uso del conocimiento para que efectivamente se conecte la base de conocimien-

tos con la creación de valor en la empresa³⁸.

Son críticas, en todos los procesos de gestión tecnológica, las actividades para la vinculación e interacción de los distintos actores y agentes involucrados en el proceso de desarrollo tecnológico. Son ellas, actividades que son requeridas para hacer efectiva la integración de capacidades tecnológicas, y para la búsqueda proactiva de insumos del mercado, así como de información, de contribuciones tecnológicas externas y de recursos financieros. Resultan cruciales para el éxito de las innovaciones las vinculaciones con otras empresas, con proveedores de insumos, materiales y tecnología, con clientes y usuarios potenciales del resultado de la innovación, con universidades y centros de desarrollo tecnológico, con firmas de ingeniería y consultoría; que no pueden dejarse a su generación espontá-

nea o casual, sino que deben ser planeadas, organizadas y ejecutadas en forma deliberada, es decir, gestionadas. ■

³⁴ Ramírez, H.; *El capital intelectual, base de la capacidad competitiva de la organización*, Comercio Exterior, México, diciembre 1999

³⁵ Datz, T., "Hable como un experto", *Gestión*, Vol. 2, septiembre-octubre, 1999

³⁶ Nayak, P.R., et al, "Aprender a aprender", *Gestión*, Vol 1, enero-febrero 1998.

³⁷ Gates, B., *Los negocios en la era digital*, Plaza Janes Editores S.A., Barcelona, 1999

³⁸ Artech, G., Rozas, W., "Conocimiento estratégico: crear valor con la gestión del conocimiento", *Harvard DEUSTO Business Review*. No. 91, 1999.

Se ha formulado en este ensayo que la gestión tecnológica es un sistema de conocimientos transdisciplinarios que determina un dominio de prácticas, pero también que es un proceso multidimensional cuya función es la planeación, organización, dirección, ejecución y control del desarrollo tecnológico en los sistemas nacionales de innovación y en la empresas.

Igualmente se deriva como corolario de la exposición, que como la gestión tecnológica lo que gestiona finalmente es conocimiento, pues la tecnología es en esencia conocimiento aplicado, las organizaciones que existirán en el futuro serán las que aprendan a gestionar el conocimiento como recurso y como producto para incorporarlo en los bienes y servicios que ponen en el mercado. En consecuencia, debido al carácter estratégico que tiene hoy el conocimiento, las empresas deben convertirse en organizaciones inteligentes incorporando en forma deliberada procesos y prácticas de gestión del conocimiento para crear conocimiento y explotar su potencial en la creación de valor y ventajas competitivas.

Es claro, que cualesquiera sea la organización que se de a los procesos de gestión tecnológica en las empresas, su alcance debe extenderse a actividades de investigación y desarrollo, diseño, manufactura, mercadeo, ventas, distribución, servicio al cliente, sistemas de información, recursos humanos, finanzas, compras, clientes, proveedores, relaciones públicas, administración general, y de vinculación externa con todos los agentes de desarrollo tecnológico.

Y, finalmente, con la visión de conjunto que se ha presentado en esta síntesis sobre la tecnología, su desarrollo y la manera de intervenirlo y conducirlo a los propósitos de desarrollo social, es claramente visible cómo la gestión tecnológica, y particularmente la gestión de la innovación y el conocimiento, pueden efectivamente alterar la posición competitiva de países y empresas cuando ella se adopta como eje articulador de sus desarrollos. ■